Geologische Untersuchungen zwischen unterer Pegnitz und Schwarzach (Mittelfranken).

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Naturwissenschaftlichen Fakultät

der

Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

vorgelegt von

Wilhelm Stahl

aus Backnang.

Tag der mündlichen Prüfung: 20. März 1929

Erlangen 1930

Universitäts-Buchdruckerei von Junge & Sohn

B0:87

Referent: Geheimer Rat Prof. Dr. Hans Lenk.

Dekan: Prof. Dr. Rudolf Reiger.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Sonderabdruck
aus den Sitzungsberichten der Physikalisch-medizinischen Sozietät
zu Erlangen Bd. 61 (1929/30).

Geologische Untersuchungen zwischen unterer Pegnitz und Schwarzach (Mittelfranken).

Von Wilhelm Stahl.

Inhaltsangabe.

Seite

Einführung . . . . . 94—96

Stratigraphie

Rätolias

Aufschlüsse, Schichtenfolge, Mächtigkeiten, Fossilinhalt und Entstehung . . . . . 96—99

Lias $Alpha_2$ (Angulatensandstein)

Berichtigung älterer Angaben . . . . . 99—102

Lias $Alpha_3$ (Arietensandstein)

Aufschlußverhältnisse, Ausbildung, Mächtigkeiten und Lebensspuren . . . . . 102—103

Lias Beta

Mächtigkeiten, petrographische Beschaffenheit, Fossilien und Faziesverbreitung . . . . . 103—105

Lias Gamma

Profile, Veränderung der Fazies . . . . . 105—113

Lias Delta (Amaltheenton)

Aufschlüsse, Mächtigkeit und Fossilinhalt . . . . . 113—117

Lias Epsilon

Aufschlüsse, Profile und Verbreitung der Altdorfer Fazies 117—123

Lias Zeta

Mächtigkeit und Fossilfunde . . . . . 124—125

Dogger Alpha (Opalinumton)

Aufschlußverhältnisse und Mächtigkeit . . . . . 125—126

Dogger Beta (Doggersandstein)

Aufschlußverhältnisse, Alpha/Beta-Grenze, Profile, Fossilführung und petrographisch-genetische Betrachtungen . 126—135

Dogger Gamma bis Zeta und Malmgrenzschichten . . . 135

Malm $Alpha_3$

Aufschlüsse, Fossilinhalt und Mächtigkeiten . . . . . 136—138

Malm Beta bis Delta
Aufschlußverhältnisse und Mächtigkeiten 139
Dolomitfazies . . . . . 139—140
Tithon- und Kreide-Relikte . . . . . 140—145
Quartär
Pegnitztal, Terrassengliederung des Unterlaufes . . . 146—157
Schwarzachtal, Terrassengliederung . . . . . 157—166
Parallelisierung der Terrassen
Im Regnitzbecken, Terrassen der oberen Pegnitz und ihre Gleichsetzung, Altersstellung und Pegnitz-Nordsüd-Entwässerung
Flugsande und Dünen, Verbreitung, Mächtigkeit, Unterlage, Dünenformen und Ursprung des Sandes . . . . 166—174
Kalktuffe . . . . . 174—177
Tektonik
Lagerungsverhältnisse und Klufttektonik . . . . . 177—188
Morphologische Beobachtungen . . . . . 188—192
Zusammenfassung . . . . . 192—193
Korngrößen der Sande in % 194
Schriftennachweis . . . . . 195—202

Einführung.

Mein Arbeitsgebiet umfaßt einen Teil des Westrandes der Fränkischen Alb nebst dem Hinterland, im Norden begrenzt vom Unterlauf der Pegnitz, im Osten durch den Happurger Bach, Kainsbach und dessen Verlängerung gegen Traunfeld, sowie im Anschluß an das Traunfelder-Hagenhausener Tal gegen Gnadenberg. Im Süden läuft die Grenze über den Reschenberg, Gspannberg, Reisberg gegen den Bahnhof Burgthann und im Westen entlang dem Rande der Liasstufe — über das Röthenbachgebiet fort nach Norden — dorthin, wo der schwarze Jura aufhört, das Pegnitztal zu säumen.

Stratigraphisch ist es ein Teil der Juratafel, dessen Untergrenze der Rätolias bildet, während auf der Hochfläche die Relikten längst abgetragener Malm- und Kreideschichten miteinbezogen wurden. Auch die jungen Quell-, Fluß- und Windablagerungen fanden Berücksichtigung.

Überwiegend ist der räumliche Anteil der Alb. Ungemein stark ist sie durch wasserreiche Bäche bezw. tiefeingeschnittene Täler gegliedert, von denen die Zuflüsse der Pegnitz (Kainsbach, Hammerbach und Röthenbach) nach Nordwesten, die Zuflüsse

der vorderen Schwarzach (Traunfelder Bach, Sindelbach und schon außerhalb des Arbeitsgebietes der Röhrenstädter Bach) nach Südosten entwässern. Nach Norden springt halbinselartig abgeschnürt der Arzberg-Deckersberg-Höhenzug (612 m) im Arzberg mit 270 m relativer Höhe vor. Kaum 1 km breit ist bei Deckersberg seine Verbindung mit der Prosberg-Haslacher Hochfläche, die ihrerseits bei Hinterhaslach-Breitenbrunn bis auf rund 1 km verschmälert ist. Nach Westen erstreckt sich die Klingenhofener Platte (578 m ü. N. N.), die gleichfalls nur ein kaum 800 m breites Stück der Albhochfläche (bei Raschbach) mit der Eismannsberg-Oberriedener Platte verbindet. Alle diese Glieder stehen zwar durch die Hochfläche von Traunfeld-Dippersricht mit dem Albkörper in Verbindung, aber auch sie ist schmal, denn bis auf 2 km sind die Quellen des Kainsbaches und des Traunfelder Baches einander genähert.

Im Nordwesten ist die Zerschneidung bis zur Entstehung einer Zeugenberglandschaft fortgeschritten, und manchmal ist es von der Auffassung des einzelnen abhängig, ob man den Begriff Zeugenberg schon anwenden will oder nicht. Dem Arzberg gliedern sich der Reschenberg (531 m, Sattelhöhe 502 m) und Klosterberg (475 m) an. An die Weißenbrunner Platte lehnt sich der Buchenberg (572 m, Sattelhöhe 542 m), sodann der Nonnenberg (584 m, Sattelhöhe 539 m) und als letzter mächtiger Ausläufer der weit ins Vorland springende, namentlich vom Westen sehr eindrucksvolle Moritzberg (598 m, Gersdorfer Sattel 446 m). Losgelöst von der Albplatte ist auch der Keilberg (550 m, Sattelhöhe 510 m). Wie sich am Rande des Pegnitztales der Restbergzug von Moritz- und Nonnenberg weit westwärts streckt, so löst sich, schon südlich des Gebietes, von der Stöckelsberger Platte das Dillbergmassiv (595 m). Vom Albkörper ist es durch das Tal der Schwarzach (385—390 m) getrennt; Gspannberg (500 m) und Reisberg (589 m) sind seine nördlichen Ausläufer.

Das Albvorland ist deutlich dreigegliedert. Das Ottensooser Liashügelland zieht vom Hammerbachtal aus gegen Westen, zuletzt sich verschmälernd nach Weigenhofen-Schönberg. Es bildet im Norden den Rand des Pegnitztales, greift in einem schmalen Streifen um den Fuß des Moritzberges herum bis Leinburg und bildet so den Sockel des genannten Zeugenbergzuges.

Dieses Gebiet ist im Durchschnitt 400 m hoch und erreicht seine größten Erhebungen mit 430 m bei Weigenhofen. Die Röthenbachsenke liegt zwar zum großen Teil im Keupergebiet außerhalb der Arbeitsgrenze, aber ihren Charakter behält sie bis zum Abfluß von Winn bis Willitzleithen. Es ist keine ausgesprochene Mulde, welche sich gegenüber dem Ottensooser Hügelland durch geringere absolute Höhen auszeichnet, aber von Röthenbach bis zum Fuße der Alb verschmilzt die Einförmigkeit der Bewaldung die Landschaft zu einer Einheit, und sie wird im Westen überhöht durch die Berge von Brunn und Birnthon, im Süden durch das Altdorfer Land, im Osten und Norden ragt steil die Alb empor. Das Altdorfer Hügelland ist durch das scharf eingerissene Schwarzachtal in einen großen nördlichen und einen kleinen südlicheren Teil gegliedert, die beide den gleichen Charakter tragen. Die Landschaft ähnelt dem Ottensooser Gebiet und erreicht mit 460 m an mehreren Punkten eine etwas größere Höhe.

Für vielseitige Anleitung und manche willkommene Anregung möchte ich Herrn Geheimen Rat Prof. Dr. H. Lenk, Prof. Dr. L. Krumbeck, Priv.-Doz. Dr. Paul Dorn, Prof. Dr. R. Gradmann und Prof. Dr. Z. von Stromer herzlichst danken.

Rätolias.

Über den roten Knollenletten des Keupers erhebt sich mit geringem, aber deutlichem Steilanstieg der vorwiegend von Sandsteinen gebildete Horizont des Rätolias. Er säumt die Liaslandschaft in einem schmalen Band, welches im Nordosten ungefähr bei Hersbruck beginnt. Bei Henfenfeld ist er am Steilhang südlich des Dorfes zur Zeit verhältnismäßig gut entblößt; ein großer Aufschluß liegt am nördlichen Dorfausgang von Schönberg; einen guten Einblick in seine Schichtenfolge bietet die Hüttenbachschlucht nördlich Heimendorf, sowie das Tälchen bei Rockenbrunn. Ununterbrochen zieht er bis westlich Heidelbach. Dann taucht er unter Flugsande, aus denen er nur in der Lindenlohe wieder hervortritt. In kleinen Steinbrüchen ist er hier erschlossen. In der Rumpelbachklamm bei Röthenbach nördlich Altdorf hat die Erosion einen dem Hüttenbach ähnlichen Aufschluß geschaffen. Weiter südlich von Winkelhaid bis Burgthann fehlen erwähnenswerte Aufschlüsse; um so zahlreicher sind sie im

Schwarzachtal und seinen Nebentälchen, in der Teufelskirche im Teufelsgraben und an den Altdorfer Felsenkellern. In diesen ist der Sandstein in unverwittertem Zustande mit verhältnismäßig großer Fläche der Beobachtung zugänglich. Die Aufeinanderfolge der Schichten sowie ihre petrographische Beschaffenheit ist im großen einheitlich, d. h im Norden wie im Süden des Arbeitsgebietes im wesentlichen gleich, im einzelnen aber ungemein wechselvoll. Auf kleinstem Raum ändert sie sich so stark, daß selbst nahe beieinander gelegene Profile außerordentlich verschieden sind. Deutlich zeigen das die im Schrifttum bekannt gewordenen Profile Gümbels (**48**, 250, 252; **51**, 357, 388, 390) und v. Stromers (**125**), welche alle auf kleinem Raume zwischen Burgthann und Rasch aufgenommen wurden. Es ist unmöglich ein Normalprofil zu geben.

Vorwiegend sind es schräg, häufig kreuzgeschichtete Sandsteine, weiß, gelblich oder braun; hin und wieder zeigen die hellen Sandsteine feine rostbraune Flecken. Ausgesprochene Geröll-Lagen fehlen. Das Korn ist grob bis fein, doch sind in den einzelnen Lagen grob- wie feinkörniges Material innig gemischt; das feinere Material wird zunehmend scharfkantig; das feinste ist zum Teil scharfsplitterig. Das Bindemittel ist überwiegend tonig, hin und wieder durch Brauneisen gebildet. Im Schwarzachgebiet war häufig ein geringer offenbar primärer Kalkgehalt feststellbar. Nur mit Einschränkung kann es gelten, wenn Lissack (**82**, 27) und Kaul (**64**, 43) als charakteristisches Unterscheidungsmerkmal des Rätolias vom Arietensandstein des erstgenannten Kalkfreiheit betonen. Indessen ist der Kalkgehalt sehr unregelmäßig; von Winkelheid führt Kaul (**82**, 67) eine chemische Gesteinsanalyse an mit nur Spuren von $CaCO_3$. Andererseits sind im Pfaffental bei Prackenfels harte, helle Sandsteinbänke mit bis zu 12% salzsäurelöslichen Bestandteilen in einem verlassenen Bierkeller gut aufgeschlossen. Die Horizontbeständigkeit dieser Bänke ist sehr gering; zum Teil keilen sie innerhalb des Kellers aus oder sind in nächster Nähe nicht mehr auffindbar. Als Akzessorien findet sich außer Zirkon, Rutil und Turmalin in geringer Menge Schwefelkies in Form von Konkretionen.

Im Gegensatz zu den Sandsteinen mit ihrer verschiedenen Korngröße stehen die Sandsteinschiefer und Schiefertone. Die

Sandsteinschiefer sind ziemlich gleichmäßig feinkörnig, aber nie ebenflächig, sondern stets schwachwellig. Schiefertone und Sandsteinschiefer sind reich an hellem Glimmer. Die Tone sind zum großen Teil rein, dunkelgrau bis hellrot-violett. Die Rotfärbung ist im Süden häufiger sichtbar als im Norden, am Rande des Pegnitztales, beschränkt sich aber in allen beobachteten Fällen auf die Tonvorkommen im obersten Rätolias. Die Tone und Schiefertone bilden in Nordbayern bekanntlich den Mutterhorizont der an vielen Stellen trefflich erhaltenen Flora, die in der Altdorfer Gegend von Stromer (**125**) ausgebeutet wurde. Am Pegnitztal und um den Moritzberg sind die Pflanzenschiefer nicht aufgeschlossen und anscheinend auch nur selten vorhanden. In der Altdorfer Gegend zeigen sie sich häufiger, so bei Altenthann, bei Grünsberg, und trotz ihres lokal beschränkten Vorkommens jeweils 2—3 m unter der Rätoliasoberkante. Häufig sind diese Tone und Schiefertone bei fast ebener Unterlage in schwachen Mulden zum Absatz gekommen, oft aber in deutlich erkennbaren, tiefen, engbegrenzten Senken. Infolgedessen ist auch ihre Mächtigkeit sehr wechselnd. Während sie häufig nur wenige Zentimeter beträgt, finden sich andere Aufschlüsse, in denen die Tone eine Mächtigkeit von 1—2 m erreichen. Kaul (**82**, 66/67) gibt von Winkelhaid sogar ein Tonprofil von fast 5 m Mächtigkeit. Heute ist dieser Aufschluß verfallen, aber in der Teufelskirche sind ungefähr 100 m unterhalb des Wasserfalles infolge eines Bergrutsches die Tone entblößt und zeigen, örtlich beschränkt, eine ähnliche Mächtigkeit. Während die hangenden Tone dieses Profiles grau sind, zeigen sie in der unteren Hälfte rote bis rotviolette Töne.

Die Mächtigkeiten des Rätolias scheinen ziemlich gleichmäßig zu sein, doch ist zu berücksichtigen, daß nirgends die Knollenletten-Rätoliasgrenze entblößt angetroffen wurde, sodaß schon deshalb genaue Messungen nicht möglich sind. Immerhin gewinnt man aus zahlreichen Messungen brauchbare Werte. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 10 und 15 m. Die Angabe bei Rüger (**105**, 141), wonach bei Heimendorf der Rätolias nur 5 m mächtig sei, beruht zweifellos auf einer Fehlmessung. Andererseits scheint für die Umgebung von Grünsberg die Mächtigkeit von 15 m noch etwas zu gering zu sein. An der Sophienquelle wie am Doktorsbrünnlein läßt das Auftreten zahlreicher

kleiner Quellen in genau gleicher Höhenlage hier die Knollenletten-Rätoliasgrenze vermuten. Von dieser bis zu der gut erkennbaren Rätolias-Liasgrenze beträgt der Abstand sogar rund 23 m. In den weitaus meisten Fällen, bei Burgthann, bei Prackenfels, in der Rumpelbachklamm und rings um den Moritzberg wird kaum eine Mächtigkeit von 12 m erreicht.

Der Fossilgehalt der Schichten beschränkt sich vollkommen auf Pflanzen, worüber die Arbeit von Stromers Auskunft gibt; wesentlich ist, daß er im Gegensatz zu Gothan (**44**) seine Fundschichten durch Profile festgelegt hat. In den Sandsteinen findet man häufig Stücke von inkohlten Treibhölzern. Das aber sind die einzigen Spuren organischen Lebens, abgesehen von dem vereinzelten Schabenflügel der *Pedinoblatta Stromeri* Handlirsch (**54**) aus dem Teufelsgraben bei Rasch. Die Fundstellen entlang dem Schwarzachgrund sind heute im wesentlichen erschöpft. Verwitterung und Grabungen haben die hangenden Sandsteine unterhöhlt, und mit Recht weist Stromer (**125**, 76) darauf hin, daß mit größeren Mitteln wertvolle Aufschlüsse zu schaffen wären. Ob diese Flora als rätisch oder unterliasisch anzusprechen ist, ob Standortsverschiedenheit oder Alter die unterschiedliche Prägung von der echten Rätflora der Coburger Gegend bedingen, ist noch unentschieden.

Gesteinbeschaffenheit und Fossilinhalt weisen unverkennbar auf die terrestre Entstehung des Rätolias hin, wie schon Stromer und Rüger mit Nachdruck betonten, und die Stromer sich fluviatil-limnisch vorstellt.

Lias Alpha$_2$ (Angulatenschichten)

Überall wird der Rätolias vom Arietensandstein überlagert. Verhältnismäßig scharf ist jener von dem braunen Kalksandstein abgeschnitten. Meist trennt also die beiden Horizonte eine deutliche Schichtfuge. Wo aber grobkörniger Sandstein die Rätolias-Oberkante bildet, vollzieht sich der Übergang selbst an verwitterter Wand unkennbar; an frischen Bruchwänden zeigt sich erst recht keine Schichtfuge, obwohl der Übergang ziemlich plötzlich stattfindet. Im Widerspruch zu diesem Feldergebnis stehen die Angaben Gümbels, welche bis in die neueste Zeit zitiert werden. „Weiße und gelbliche Sandsteine mit Tonflasern und eisenschüssigen Concretionen“ am Moritz-

berg bei Heimendorf bezeichnet Gümbel (**51**, 391) nur mit Fragezeichen als Angulatensandstein. Spätere Autoren zitieren ihn, ohne die betonte Fragwürdigkeit zu erwähnen. Im Profil von Burgthann (**48**, 250) ist es „gelblich weißer, braun geflammter feiner Sandstein in dünnen Bänken mit *Lima pectinoides*", welchen er als Angulaten-Sandstein bezeichnet. Leider ist das Belegstück nicht mehr vorhanden; petrographisch aber erscheinen diese feinkörnigen, zum Teil glimmerreichen, braun-eisengefleckten Sandsteine bei Burgthann als nichts anderes wie hangende Rätoliassandsteinschiefer. Gümbels petrographische Charakterisierung seiner meerischen Angulatenschichten ist nicht erschöpfend, denn die von ihm erwähnten Eigenschaften lassen sich auf marinen Angulaten- und auf terrestren Rätoliassandstein beziehen. Bei einiger Übung aber kann man beide makroskopisch in der Regel hinreichend unterscheiden. Der meerische Angulatensandstein ist vor allem in der Regel absolut ebenflächig, nicht schwachwellig und schräg geschichtet wie die Rätoliassandsteinschiefer, zudem wesentlich fester und arm an Glimmer. Was auch heute noch bei Burgthann und allgemein innerhalb des Arbeitsgebietes an feinkörnigen, dünngeschichteten, glimmerreichen Sandsteinen vorkommt, ist noch zum Rätolias zu zählen. Die wichtigste Stütze für die Ansicht, daß bei Burgthann Angulatensandstein entwickelt sei, war die Angabe einer *Schlotheimia angulata* von Burgthann durch v. Ammon (**51** Anhang). Diese Bestimmung stammt aber nicht von ihm, sondern von Hagen (**53**), der sie bei Prackenfels fand und bestimmte. Das Original ist leider verloren, aber Hagen bildet das Fossil ab und beschreibt es (**53**, 182) als einen „*Ammonites angulatus*, welcher ausnahmsweise keinen Kiel hat und dessen Rippen über den Rücken gehen, hier einen Winkel nach vorne bildend". Seine photographische Abbildung läßt auch das Fehlen der *Schlotheimia*-Furche deutlich erkennen. Auf Grund der dort sichtbaren Berippung ist eine genaue Speziesbestimmung nicht möglich. Entweder handelt es sich um *Aegoceras capricornu* Schloth., dessen Rippen auf dem Externteil schmal erscheinen, oder um *Aegoceras maculatum* Y. a. B. Das letztere ist wahrscheinlicher, zumal auch die Beschreibung darauf hinweist. Auf jeden Fall handelt es sich um eine Form aus dem oberen Lias Gamma. Nirgends ist meiner Erfahrung nach zwischen Schwarzach und

Pegnitz meerischer Angulatensandstein entwickelt. Auch nicht im Arietensandstein findet man, wie weiter nordwärts, etwa in Gestalt von zu Geröllen aufgearbeiteten Angulatensandsteinbrocken Hinweise auf das ursprüngliche Vorhandensein dieser Zone.

Damit fallen zunächst die Schwierigkeiten, welche das Auftreten mariner Angulatenschichten in der Altdorf-Neumarkter Gegend bei palaeogeographischen Betrachtungen bereitet hat (**105**, 152). Außerdem finden sich in der neueren Literatur (**105**, 164) Hinweise auf ein Vorhandensein unterst-liasischer Sedimente vorwiegend kontinentaler Entstehung von gleicher petrographischer Ausbildung wie in der marinen Fazies. Abgesehen davon, daß es mehr als gewagt ist, aus dem Fehlen einer stenohalinen Fauna auf Brack- und Süßwasserbildungen zu schließen, kann sich eine solche Bemerkung Rügers nur auf die rätoliasischen Sandsteinschiefer beziehen. Das müßte eine Annäherung an die Auffassung Gothans (**44**) bedeuten, der im obersten Rätolias Bildungen der Planorbe- und Angulatenzeit für wahrscheinlich hält. Wer aber diese Altersbestimmung ablehnt (**105**, 166), wird nirgends im südlichen Mittelfranken begründet von kontinentalen Äquivalenten des marinen untersten Lias sprechen können. Die Frage, ob mariner Angulatensandstein möglicherweise vorhanden war, aber einer späteren Aufbereitung vollständig zum Opfer fiel, ist noch kurz zu erwähnen. Die Ostgrenze der nachweisbar meerischen Angulatensandsteinfazies liegt, wie mir Prof. Krumbeck mitteilte, weiter nördlich, in der Erlanger Gegend, wo z. T. eine viel größere Körner führende Fazies mit *Cardinien* und *Tancredia* (Rathsberg), teils die typische ebenflächige und äußerst feinkörnige Ausbildung (in Schellenberg) ohne Versteinerungen auftritt. Man gewinnt den Eindruck, daß sich meerische und festländische Fazies im Erlanger Gebiet verzahnen. Da es aber nicht möglich scheint, die Verzahnung profilmäßig Schritt für Schritt zu verfolgen, teils aus Mangel an entsprechenden Aufschlüssen, hauptsächlich aber wohl wegen einer gewisse Teile der Angulatenzeit umfassenden Abtragungslücke, ist es auch nicht angängig, von festländischen Angulaten- oder Planorbe-Äquivalenten zu sprechen. Selbst wo limnische Schiefertone eine wahrscheinlich tiefstliasische Flora bergen, wäre es verfehlt, sie deshalb in den Rahmen der Angulaten- oder Planorbezone oder dieses ganzen Zeitraumes

pressen zu wollen. Mindestens nach dem Liegenden wäre eine solche Horizontierung keineswegs gerechtfertigt.

Diesen Schwierigkeiten trägt der Begriff Rätolias insofern Rechnung, als er bei sicherem Nachweis meerischer Angulatenschichten nur den Zeitraum Rät und Planorbezone, wenn jener Nachweis aber fehlt, außerdem noch mehr oder minder die Angulatenzone mit umfaßt.

Lias Alpha$_3$ (Arieten-Sandstein).

Der Arietensandstein schließt sich in seiner Verbreitung natürlich eng an den Rätolias an. Überall entlang dessen Steilhang bildet er die Oberkante; häufig ist er in kleinen Steingruben aufgeschlossen, besonders dort, wo die Entfernung zu den Werkkalkbrüchen des Weißen Juras zu groß ist, um die Anfuhr von Malmschotter für die Ortswege wirtschaftlich erscheinen zu lassen.

Seine petrographische Ausbildung ist sehr gleichmäßig. Es sind grobkörnige, hell- bis dunkelbraune eisenschüssige Kalksandsteine. Im Gegensatz zu unter Umständen ähnlichen Rätoliassandsteinen steht ihr Kalkgehalt und die wesentlich größere Härte. Die Quarzkörner sind kantengerundet, mit abnehmender Größe zunehmend scharfkantig. Das Bindemittel besteht aus eisenschüssigem Kalk, hier und da sind Lagen mit dolomitischem Bindemittel eingeschaltet. Nur selten sind mergelreichere Schichten, welche sich dann durch geringe Festigkeit auszeichnen. Entlang dem Pegnitztal läßt der Arietensandstein eine gewisse Dreiteilung erkennen, wobei die Mittelbank auffallend kalkarm, mürbe und zerreibbar ist. Bei Winkelhaid wechseln sogar mehrere feste und mürbe Schichten. Die Mächtigkeiten ändern sich stark, einzelne Messungen haben deshalb nicht mehr als lokale Bedeutung. In den meisten Fällen schwanken die Maße zwischen 1,20 m und 2,50 m. Ungewöhnlich hoch sind die Mächtigkeiten, welche, im einzelnen eng begrenzt, im Altdorfer Gebiet auftreten und häufig 2,50 bis 3,50 m betragen; vereinzelt zwischen Burgthann und Altenthann werden 4,50 m erreicht.

Die Fossilführung ist sehr gering. Nur selten fand ich meist stark abgerollte Gryphaeenschalen, als große Seltenheit ein Belemnitenbruchstück, und selbst diese wenigen Fossilreste

sind in ihrer Erhaltung sehr mangelhaft, zerbrochen, angelöst und durch die Einpressung von Sandkörnern unkenntlich gemacht. So spärlich die Fossilführung ist, gestattet sie doch kaum den Rückschluß auf eine allgemeine Fossilarmut des Arietenmeeres, denn zumal im hangenden Teil des Kalksandsteines in den Aufschlüssen bei Prackenfels und Schwarzenbach finden sich einzelne Schichtflächen übersät von kleinsten Schalentrümmern. Offenbar hat die lebhafte, während der Ablagerung des grobkörnigen Sandsteins herrschende Wasserbewegung außer den widerstandsfähigen Schalen der Gryphaeen und Belemniten die Reste zerstört.

Lias Beta.

Über dem Arietensandstein folgt eine zwar geringmächtige, aber horizontbeständige Schicht, welche sich vom Hangenden wie vom Liegenden auf Grund ihres petrographischen Charakters deutlich abhebt. Die Mächtigkeit schwankt meistens zwischen 0,15 und 0,20 m; die größte Mächtigkeit erreicht sie innerhalb meines Arbeitsgebietes bei Reichenschwand sowie bei Burgthann mit 0,50 m, die geringste betrug 0,08 m. Diese Schicht besteht aus feinem bis grobem Sand, dessen Körner kräftig kantengerundet sind, aus Mergel, Ton und Eisenoxyden. Ihr Mengenverhältnis zueinander schwankt bedeutend. Infolgedessen ist Lias Beta zumeist als grobsandiger Mergel, aber auch als sehr mürber, nur schwach kalkhaltiger, mehr oder minder eisenoxydreicher Sand ausgebildet. In der Gegend von Burgthann bis Schwarzenbach reichert sich stellenweise der Kalkgehalt an, führt zu Verfestigungen und damit zur Bildung von Kalksandsteinlinsen, welche vom Arietensandstein zum Teil kaum unterscheidbar sind. Nach Form und Größe dieser Linsen handelt es sich nicht etwa um aufgearbeiteten Arietensandstein. Außerdem sind kleine nierenförmige Pyrit- sowie Phosphatknollen häufig. Insbesondere bilden die letzteren meist in dichter Packung den Abschluß zum Hangenden. Die Farbe dieser Sandmergel schwankt zwischen hellgrau, braunrot bis braun, schwarblau und grün.

Fossilien sind spärlich und schlecht überliefert. Am häufigsten und verhältnismäßig besten sind die dicken Gryphaeenschalen erhalten. Doch sind auch sie selten vollständig, meist

abgerollt und zerbrochen, wobei oft auch die Bruchkanten stark abgeschliffen sind. Das läßt auf Bildung in flachem, stark bewegtem Wasser schließen. Nur, wo es bei der Verwesung infolge rascher Einbettung zur Phosphatbildung kam, konnten selbst kleine und dünnschalige Individuen erhalten bleiben, meist aber zeigen auch diese in Phosphatknollen enthaltenen Fossilien Spuren starker Abrollung. Während die dichten, makroskopisch heller erscheinenden Phosphatkonkretionen kaum Einschlüsse erkennen lassen, sind die mürberen, etwas dunkleren überfüllt mit feinsten Schalentrümmern, unter denen besonders die perforierten Brachiopodenschalen auffällig sind. Es fanden sich fast ausschließlich als phosphoritische Steinkerne:

Rynchonella sp. cfr. plicatissima Qu. (Handb. d. Petr. S. 44, Taf. 37, Fig. 37). Gibitzenhof b. Burgthann.

Waldheimia cfr. indentata Desl. (Pal. franc. Brach. S. 133, Taf. 32). Gibitzenhof b. Burgthann.

Oxytoma cfr. inaequivalvis Sow. (Goldf. Petr. Germ. Teil II, S. 130, Taf. 118, Fig. 1). Grünsberg.

Pinna sp. ind. Gibitzenhof.

Lima cfr. gigantea Desl. (Goldf. Petr. Germ. Teil II, S. 80, Taf. 101, Fig. 1). Gibitzenhof.

Chlamys cfr. substriata Room. (Nachtr. z. Oolithgeb. S. 71, Taf. 24). Gibitzenhof u. Grünsberg.

Chlamys cfr. calva Goldf. (Petr. Germ. Teil II, S. 74, Taf. 99, Fig. 1). Gibitzenhof.

Gryphaea obliqua Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 30, Taf. 84, Fig. 3). Röthenbach, Heimendorf, Gibitzenhof, das einzige häufige und in Schalenexemplaren vorliegende Fossil.

Cardinia sp. ind. Grünsberg.

Pleurotomaria sp. ind. Grünsberg.

Belemnites cfr. alveolatus Werner sp. (Belemnit. d. Schwäb. Jur. S. 109, Taf. 10, Fig. 2, 3). Grünsberg, Burgthann u. Heimendorf.

Pentacrinus basaltiformis Qu. sp. (Jura S. 158, Taf. 19, Fig. 43).

Keine dieser Formen ist auf den Lias Beta beschränkt. Allenfalls von Wert ist das verhältnismäßig häufige Vorkommen von *Belemnites cfr. alveolatus* W. Zwar ist es für Lias Beta

nicht beweisend, beschränkt aber die vorliegende Schicht auf Ober-Beta bis Unter-Gamma. Unter diesen Umständen muß ich auf ältere Fossilfunde zurückgreifen. So zitieren Gümbel (**51**, 357, 391) und v. Ammon (**51**, Anhang, 698)

Ophioceras raricostatum Ziet. von Burgthann u. Moritzberg
Cycloceras Masseanum d'Orb „ „
Gryphaea cymbium Lam. „ „
Belemnites elongatus Mill. „ „

Zweifellos spricht diese Fauna, wie schon Frank (**36**, 441/442) erkannte, für Lias Oberbeta; deutlich trennt, wie ebenfalls Frank hervorhebt, ein Hiatus Arietensandstein und Beta-Mergel, indessen läßt sich in meinem beschränkten Arbeitsgebiet näheres nicht erkennen. Nach Süden reicht unsere Beta-Fazies bis Bavelsbach und tritt hier noch typisch auf. Kaum 4 km südlich bei Mittelricht sind vollkommen andere Faziesverhältnisse aufgeschlossen. Wie sich der Übergang im einzelnen darstellt, zeigen Aufschlüsse am Rande der Liashöhe von Göggelsbuch bis Ebenricht, in denen auch Unter-Gamma ähnliche Faziesveränderungen erkennen läßt (vgl. S. 112 ff.).

Lias Gamma.

Lias Gamma beginnt mit einer festen Kalkbank, welche vom Arietensandstein nur durch die geringmächtigen Beta-Mergel getrennt, häufig mit diesem zusammen in kleinen Steingruben aufgeschlossen ist. Durchgehende Gamma-Profile sind selten. Bei Burgthann ist durch einen kleinen Steinbruch im Bausandstein des Rätolias ein Aufschluß bis zur Gamma/Delta-Grenze geschaffen. Er ist nicht identisch mit dem von v. Gümbel benützten, zeigt aber in gleicher Vollständigkeit die gesamte Schichtenfolge. Bei Rasch, am Westausgang des Ortes, war verhältnismäßig leicht ein künstlicher Aufschluß zu schaffen. Ein drittes Profil bietet die Hüttenbachschlucht bei Heimendorf, doch war es im oberen Teil ebenfalls nur durch Graben aufzudecken.

Profil von Burgthann.

Hangendes: dunkle Schiefertone des Lias Delta.

5. Obere knollige blaugraue bis graubraune Kalkbank mit muscheligem Bruch. Bei Penzenhofen mit *Nautilus cfr. aratus* Qu. sp. (Jura S. 136, Taf. 17, Fig. 1, 2) . . . . . 0.10 m

4. Gelbe bis gelbbraune, graugefleckte Mergel mit *Bel. paxillosus* (Schloth.) Werner sp. (Belemn. d. Schwäb. Jur. S. 121, Taf. 24, Fig. 6).
Bel. clavatus (Schloth.) Werner sp. (Belemn. d. Schwäb. Jur. S. 116, Taf. 10, Fig. 10, 11).
Bel. compressus (Stahl) Werner sp. (Belemn. d. Schwäb. Jur. S. 108, Taf. 11, Fig. 6) . . . . 0.25 m

3. Untere knollig ausgebildete graublaue dolomitische Kalkbank mit muscheligem Bruch . . . . . 0.10 m

2. Gelbbraune und gelbgraue Mergelschiefer mit zahlreichen Belemniten.
Bel. paxillosus (Schloth.) Werner sp. (Belemn. d. Schwäb. Jur. S. 121, Taf. 24, Fig. 6).
Bel. alveolatus Werner sp. (Belemn. d. Schwäb. Jur. S. 109, Taf. 10, Fig. 2, 3).
Bel. acutus (Mill.) Werner sp. (Belemn. d. Schwäb. Jur. S. 108, Taf. 10, Fig. 1) . . . . . 0.65 m

1c) Geschlossene graublaue dolomitische Kalkbank mit Phosphatknollen.
Aequipecten priscus (Schloth.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 43, Taf. 89, Fig. 5).
Chlamys cfr. textoria (Schloth.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 44, Taf. 89, Fig. 7).
Entolium cfr. Hehlii Zieten sp. (Verst. Wttbg. S. 69, Taf. 53, Fig. 1) . . . . . 0.20 m

1b) Graugelber bis bräunlicher, schiefrig bis ruppig bröckliger Kalkmergel, im liegenden Teil häufig Phosphatknollen; allmählicher Übergang zu a . 0.60 m

1a) Blaugrauer, ruppig verwitterter Kalkstein mit Quarzkörnern, welche zum Hangenden hin verschwinden; reichlich Phosphateinschlüsse.
Waldheimia cfr. Paretoi (Parona) Rau sp. (D. Brach. i. mittl. Lias Schwab. S. 69, Taf. 4, Fig. 35, 36).
Gryphaea cymbium Lam. . . . . 0.25 m
Liegendes: Graue sandige Beta-Mergel

Gesamtmächtigkeit: 2.15 m

Profil von Rasch.

Unter graublauen Schiefertonen des Lias Delta folgt

5. Graugelber Kalkstein . . . . . 0.50 m
4. Gelbbrauner bröckeliger Mergel, zum Teil zu gelbbraunen, luckig-knolligen Kalkmergelbänken verfestigt . . . . . 2.30 m
3. Graublauer bis graugelber, zäher dolomitischer Kalkstein . . . . . 0.20 m
2. Graugelber Mergel . . . . . 0.70 m
1. Grauer, auf den Schichtflächen bräunlicher Kalkstein mit reichlich Phosphatkonkretionen und im Liegenden mit groben Quarzkörnern . . . . . 1.10 m

Darunter folgen sandige Beta-Mergel

Gesamtmächtigkeit: 4.80 m

Profil von Heimendorf.

Unter typischen Delta-Schiefertonen folgt

5. Grauer schwachtoniger Kalkstein . . . . . 0.30 m
4. Oben und in der Mitte schlecht aufgeschlossener fetter Mergel; unten voll *Belemnites paxillosus* Schloth. . . . . 4.30 m
3. Zäher, graublauer, gebankter, mit verdünnter Salzsäure kaum brausender, dolomitischer Kalkstein; auf den Schichtfugen und Kluftflächen gelb und kalkig . . . . . 0.45 m
2. Schlecht aufgeschlossener, gelber, graugefleckter Mergel . . . . . 0.85 m

1 b/c. Sehr zäher, blauer, gebankter dolomitischer Kalkstein . . . . . 0.80 m

1 a) Blaugrauer von Quarzkörnern durchsetzter mergeliger Kalkstein . . . . . 0.15 m

Darunter sandige Beta-Mergel

Gesamtmächtigkeit: 6.85 m

Profil bei Sendelbach.

Die Gamma/Delta-Grenze, sowie Ober-Gamma ist nicht aufgeschlossen; sichtbar sind erst

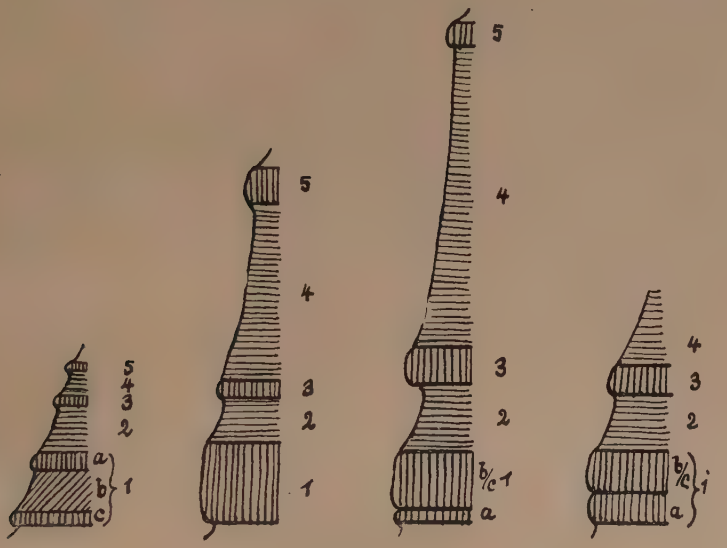
4. Gelbgraue Mergel . . . . . 0.40 m

3. Quaderähnlicher, klüftig verwitterter, an Schichtfugen und Kluftflächen brauner, in der Mitte graublauer Kalkstein	0.35 m
2. Gelbbraune bis braungraue fette Mergel . . .	0.70 m
1 b/c. Gelbbrauner, mergeliger, knollig-ruppig verwitternder Kalkstein, im Hangenden fester und geschlossen	0.60 m
1 a) Gelbbrauner, ruppig verwitternder Kalkstein mit reichlich Quarzkörnern	0.40 m
Darunter Beta-Mergelsand	
Gesamtmächtigkeit:	2.45 m

Da ich so gut wie keine stratigraphisch brauchbaren Versteinerungen erhielt, ist es notwendig, auf die Angaben früherer Autoren zurückzugreifen und ihre Profile zu skizzieren, auch weil diese bisher untereinander wenig Anhaltspunkte zu Vergleichen boten. Die an den einzelnen Profilen vermerkten Zahlen sollen die Gleichsetzung mit den vorauf beschriebenen Profilen deutlich machen. Sehr verlässig ist die Aufnahme von Pfaff (**91**, 5 Taf. I) von 1857. Zwar läßt er in der textlichen Beschreibung die Beta-Sandmergel unberücksichtigt, bringt sie aber zeichnerisch im Profil. Abgesehen davon, stimmt es mit meinen Profilen gut überein. v. Gümbels Burgthanner Aufnahme von 1864 (**48**, 250) bietet keine genügend genauen petrographischen Beschreibungen und ist dadurch zum Vergleich ungeeignet. Anders ist es mit dem Profil von 1891 (**51**, S. 357). v. Gümbel muß damals einen sehr guten Aufschluß vorgefunden haben. Die etwas verschiedenen Maßzahlen sind unwesentlich in anbetracht der starken Mächtigkeitsschwankungen von Lias-Gamma, wie sie beim Vergleich der Profile von Burgthann und Rasch in Erscheinung treten. Stark beeinträchtigt wurde die Deutung dieses Profiles lediglich durch die Horizontbezeichnung v. Gümbels. Er legt die Grenze zwischen Lias-Gamma und Delta über die Schicht 6 seiner Aufnahme gleich 3 unseres Profiles; zweifellos ist sie aber erst über den „in großen Geoden ausgebildeten Kalk", das ist Schicht 4 seines Profiles, zu legen. Damit würde die Angabe von *Ammonites maculatus* aus dieser Knollenlage nicht in Widerspruch stehen. Bei den Profilen von Rasch (**48**, 252 und **51**, 358) ist die untere Knollenlage

Lias γ-Profile

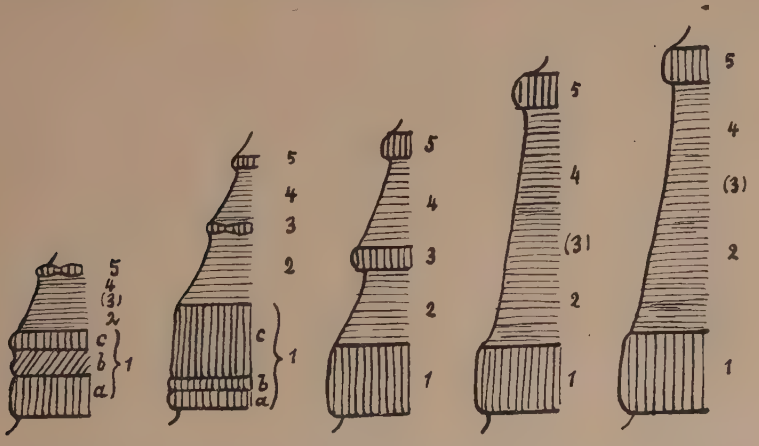
Burgthann Rasch Heimendorf Pendelbach



Liasprofile nach Gümbel und Pfaff

Lias γ

Altdorf (Winkelhaid) Burgthann Schwarzenbach-Burgthann Rasch Rasch



Gümbel 1891 Gümbel 1891 Pfaff 1857 Gümbel 1864 Gümbel 1891

(Schicht 3) unberücksichtigt geblieben. Ebenso scheint das auch in dem Profil von Altdorf (Winkelhaid) (**51**, S. 390) der Fall zu sein. Deutlich tritt hier die Gliederung des Basalkomplexes in Erscheinung, die lebhaft an Burgthann erinnert. Immerhin könnte es bei diesem Profil wegen seiner sehr geringen Mächtigkeit nicht ganz ausgeschlossen sein, daß ein Fehler vorliegt. Die Fossilangaben v. Gümbels zu den verschiedenen Profilen würden sich folgendermaßen vereinigen:

Schicht 1a: *Cycloceras Maugenesti* d'Orb., *Cycloceras Masseanum* d'Orb., *Gryphaea obliqua* Goldf., *Gryphaea cymbium* Lam., *Belemnites elongatus* Qu.

1b: *Phylloceras ibex* Qu., *Plicatula spinosa* Sow., *Aequipecten priscus* Schloth., *Pholadomya decorata* Hartm., *Terebratula numismalis* Qu., *Rynchonella rimosa* v. Buch, *Spiriferina verrucosa* v. Buch, *Fucoiden*.

1c: *Deroceras Davoei* Sow., *Gryphaea cymbium* Lam., *Inoceramus ventricosus* Sow., *Pentacrinus subangularis* Mill.

2: *Belemnites paxillosus* Qu. Zahlreich.

3: *Deroceras Davoei* Sow., *Lytoceras fimbriatum* Sow., *Aequipecten aequivalvis* Sow., *Waldheimia numismalis* Qu., *Rynchonella rimosa* v. Buch, *Spiriferina verrucosa* v. Buch.

4: *Belemnites paxillosus* Qu., *Belemnites clavatus* Schloth., *Pentacrinus basaltiformis* Mill.

5: *Aegoceras maculatum* Y. a. B., *Inoceramus nobilis* Goldf. (gleich *ventricosus* Sow.).

Beim Vergleich meiner Profile bildet die auffallendste Veränderung die Mächtigkeitszunahme von Süden nach Norden, vornehmlich von Ober-Gamma. Der südwestlichste Aufschluß bei Burgthann hat 2,15 m Gesamtmächtigkeit, wenig östlich bei Rasch ist sie auf 4,80 m gestiegen, bei Heimendorf beträgt sie 6,85 m und scheint, soweit die mangelhaften Aufschlüsse zu beobachten gestatten, bei Sendelbach und Reichenschwand eher größer als geringer. Die Kalksteinplatten sind bald intensiv gelbbraun, bald grau bis blaugrau gefärbt. Am besten lassen sich diese Verhältnisse am Basalkomplex (1a—c) beobachten. Zunächst ist sein Gehalt an vereinzelten Quarzkörnern (1a)

im Süden größer als im Norden. Das ist zwar nicht in einer konstanten Zunahme merklich, aber fast vollkommen quarzfreie Kalksteine findet man nur bei Rüblanden und Henfenfeld. Bei Heimendorf ist der Sandgehalt schon bedeutend und ändert sich von dort an bis zur Umgebung von Burgthann nur noch wenig. Eigentümlich ist die schon rein äußerlich durch die Farbe gekennzeichnete Verschiedenheit der Karbonatbänke; dunkelgrauer bis blaugrauer, schwachbrausender, dolomitischer Kalkstein oder gelbbrauner bis dunkelbrauner Kalkstein. Beim Übergang jener zu dieser Ausbildung beobachtet man vielfach folgendes: Zuerst bildet sich an den Schichtfugen und Kluftflächen des Dolomites eine mehr oder minder mergelige Kalkzone; von dort dringen Braunfärbung und Kalkzunahme einwärts, sodaß schließlich nur noch der innerste Teil der quaderhaft von Schicht- und Kluftflächen begrenzten Gesteine grau und dolomitisch ist. Deutlich charakterisiert sich so die gelbbraune kalkige Ausbildung als Verwitterungsprodukt aus der blaugrauen dolomitischen. Von einem solchen Gamma-Gestein wurde eine Probe des Kerns wie der braunen Verwitterungsrinde auf Karbonat- und Eisengehalt hin analysiert. Beide Proben bestanden aus dichtem, hartem und wenig tonigem Gestein. Das Analysenergebnis des bei 110° getrockneten Materials war:

	Blaugrauer Gamma-Kalkstein	Braungelber Gamma-Kalkstein
Glühverlust	41,09 %	36,09 %
unlöslicher Rückstand (vorwiegend Quarz)	6,10 %	6,21 %
Fe_2O_3 u. Al_2O_3	10,00 %	12,03 %
CaO	29,55 %	43,30 %
MgO	12,98 %	1,84 %
Der Wassergehalt des luftrockenen Materials	0,29 %	0,83 %

Auffällig ist bei der Verwitterung dieses Typus von dolomitischem Kalkstein (Steinmergel?), daß umgekehrt wie sonst statt des Kalziumkarbonates das Magnesiumkarbonat entfernt wurde und das Gestein dennoch dicht geblieben ist.

Diese Fazies reicht offenbar noch weit nach Norden (77). Im Süden wurde ihre Grenze und der Übergang zu der Frey-

stadter Fazies (**111**, 4—16) gesucht. In einem nur schmalen Streifen zieht der Unter-Lias von Burgthann—Ferrieden südwärts zum Möninger Berg. Nur bei Bavelsbach ist ein Aufschluß vorhanden. Das wenig südlich gelegene Mittelricht weist fast unvermittelt schon die typische Freystadter Fazies auf. Die Liashöhen von Göggelsbuch bis Ebenried vervollständigen wesentlich die Beobachtung. Der Stand der Aufschlüsse ist abhängig von dem Bedürfnis nach Schotterung der Ortsverbindungsstraßen, zwischen Bavelsbach und Möning liegt auf dem Lias eine zum Teil beträchtliche Decke von Flugsand, was die Anlage von Steingruben hindert. Aber auch zwischen Göggelsbuch und Ebenried sind die Aufschlüsse zum Teil schlecht. In den Feldern liegen zwar zahlreiche Gruben, sind aber im Augenblick zum Teil unbenutzt, verfallen oder eingefüllt.

Die Faziesänderung des höheren Gammas (2—5) ist in petrographischer Hinsicht gering, nur die Mächtigkeit nimmt ab. Faunistisch dagegen macht sich ein starker Unterschied geltend, weil der Fossilgehalt nach Arten- und Individuenzahl wesentlich zunimmt und vor allem großwüchsige Lytoceraten, Pectiniden und Gryphaeen (*Gryphaea gigas*) die Hauptrolle spielen. Fossilarm ist die Kalksandsteinfolge darunter und dadurch schuld an der Schwierigkeit einer stratigraphischen Gliederung. Verhältnismäßig leicht ist die Frage zu beantworten, was als Arietensandstein anzusprechen ist, denn rein petrographisch charakterisiert ihn das völlige Fehlen größerer Phosphateinschlüsse. Der „rote Bodenstein“ der Freystadter Fazies ist zweifellos Arietensandstein.

Das Problem beschränkt sich also auf Beta und Unter-Gamma. Bei Bavelsbach ist Beta noch verhältnismäßig mächtig, als 0,40 m starker ausgesprochen blaugrauer, spärlich braunrot gefleckter Sandmergel entwickelt. Die Phosphatknollenführung ist mäßig und wie weiter nordwärts nur im Hangenden dicht. Unter-Gamma zeigt in ähnlicher Weise wie bei Burgthann und Schwarzenbach einen starken Sandgehalt, der so weit geht, daß es im Handstück schwer fallen kann, Ober-Alpha und Unter-Gamma zu unterscheiden. Im Anstehenden ist der Phosphatreichtum von Unter-Gamma ein zuverlässiges Unterscheidungsmerkmal. Bei Göggelsbuch, Lampersdorf, Schönbrunn und Hebelsricht ist Unter-Gamma in der braunkalkigen Fazies ent-

wickelt, die, im Vergleich zu Bavelsbach sandarm, an die Vorkommen bei Rockenbrunn und Schönberg erinnert. Beta ist gegenüber Bavelsbach verändert; durch Zunahme des Kalkgehaltes ist das Gestein im ganzen etwas fester, bröckelig, außerdem voll Phosphatknollen, die keine Schichtung erkennen lassen, sondern wirr ineinander gepackt sind. In östlicher Richtung sind erst östlich von Ebenried gegen die Realmühle Aufschlüsse vorhanden, welche die Freystädter-Fazies zeigen. Zwar folgt über dem phosphatarmen Arietensandstein ein sehr phosphatreicher Sandkalk, welcher bei der Verwitterung schneller zerfällt und dabei blaugrau- bis braunrot-fleckige Farbe annimmt. Darüber folgen wiederum feste Kalksandsteinbänke. Ob dieses aber noch ein Beta-Äquivalent ist, ließ sich nicht entscheiden. In dem von Schmidt (**111**, 5) für die Freystadter Fazies als charakteristisch angegebenen Profil von Mittelricht fehlt Beta. Unmittelbar über der Schichtfuge zum „roten Bodenstein" fand ich einen wohl erhaltenen phosphoritischen Steinkern von

Spiriferina verrucosa laevigata Qu. sp. (Jura S. 145, Taf. 18. Fig. 10, 15.)

Das Exemplar gleicht im wesentlichen der Fig. 10 nach Umriß und Höhe des Schnabels sowie nach der Form des Deltidiums. Die Berippung ist etwas kräftiger und nähert sich der Fig. 15.

Lias Delta (Amaltheenton).

Die Aufschlüsse im Amaltheenton sind sehr gering und im wesentlichen auf die Stellen beschränkt, wo der Ton in der Nähe von Verkehrswegen den Anreiz zu technischer Ausbeute gab. Noch bis zur Jahrhundertwende war die Zahl solcher Stellen wesentlich größer als heute. In Hersbruck links der Pegnitz war eine Ziegelei, in der Lias-Delta bis -Zeta entblößt waren, bei Altdorf vor allem bestand, außer in Ludersheim, nahe der Stadt ein guter Aufschluß in mittlerem Delta, bei Rasch am Kanal war oberes Delta bis Zeta in großen Ziegeleigruben aufgeschlossen. Diese Aufschlüsse sowie der Bau des Kanals, der gerade hier auf seiner Scheitelstrecke tiefe Einschnitte erforderte, begründeten den Ruf des Altdorfer Landes als klassisches Fundgebiet fränkischer Liasversteinerungen. Die Ziegeleigrube in Ludersheim liegt im unteren Teil von Delta, ebenso diejenige in Reichenschwand. Dieser Aufschluß wurde

früher in hervorragender Weise durch einen zweiten höher liegenden von Ober-Delta bis Zeta ergänzt. Der beste oder besser: der einzige natürliche Aufschluß liegt in der oberen Hüttenbachschlucht bei Heimendorf.

Lias Delta besteht, soweit entblößt, aus einer einförmigen Folge von Schiefern und erreicht eine beträchtliche Mächtigkeit. Verschiedene Messungen mit dem Horizontalglas ergaben entlang dem Pegnitztal rund 35 m, in der Altdorfer Gegend 40 m Mächtigkeit (vgl. **111**, 20/21). Die Tonschiefer sind klotzig schieferig und nur selten schwach kalkig, hin und wieder dünnblätterig. Eingelagert sind in nicht horizontbeständigen Platten klüftige, knollige Toneisensteine, harte Kalkmergelbänke und Übergänge zwischen beiden in Form mehr oder minder kalkiger Steinmergel. Septarien, Phosphatknollen und Pyritkonkretionen sind unregelmäßig in den Tonschiefern verbreitet. Bleiglanz und Zinkblende kommen in feinen Äderchen in Toneisensteinknollen von Reichenschwand vor (vgl. auch **12**, 105, 115).

Einförmig wie in petrographischer sind die Tone vorwiegend auch in faunenkundlicher Hinsicht. Zum Aufsammeln der vorherrschend zarten Versteinerungen sind die natürlichen Aufschlüsse selbstverständlich nicht geeignet; höchstens spärliche Abdrücke und ab und zu Amaltheen kann man finden. Wo hingegen in künstlichen Aufschlüssen die Schiefertone zutage treten, liefern sie gegebenenfalls weißschalige Muscheln und Schnecken. Mächtige Lagen kann man erfolglos durchsuchen, stellenweise aber sind die Versteinerungen zahlreich, nicht selten anscheinend zusammengeschwemmt, denn häufig enthalten die Tonschiefer Nester lediglich feinster Schalentrümmer. Sowie sich in den bergfrischen Schiefern noch Spuren von Durchfeuchtung zeigen, ist auf den Schichtflächen kein Fossil mehr sichtbar. Die feinen Schalen sind gelöst und die Abdrücke in der sehr quellfähigen kolloiden Masse vernichtet. Aus den Schiefertonen des unteren Delta von Ludersheim stammen:

Nucula cordata Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 155, Taf. 125, Fig. 6; häufig).

Leda Galatea (d'Orb) = inflexa Qu. sp. (Jura S. 192, Taf. 23, Fig. 4; häufig).

Leda aff. Zieteni (Brauns) = acuminata Qu. sp. (Jura S. 187, Taf. 23, Fig. 14).

Die vorliegenden Exemplare sind gedrungener, schwächer und nicht so gleichmäßig gewölbt. Die Wölbung ist auf die Wirbelgegend beschränkt. An *Leda amaliusi* Chap. e. Dew. erinnern sie durch ihr Höhenbreitenverhältnis und fehlende Verzierung, unterscheiden sich aber durch kleineren Wuchs und weniger tiefe Lunulareinbuchtung bei völlig glatter Schale; (nicht selten).

Cardita amalthei Qu. sp. (Jura S. 188, Taf. 23, Fig. 13; vereinzelt).

Plicatula spinosa (Sow.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, Taf. 107, Fig. 1; vereinzelt).

Pseudomelania cfr. Blainvillei Msh. (vgl. Beschreibung beim Fundort Reichenschwand).

Amaltheus costatus Rein. (vgl. Beschreibung beim Fundort Reichenschwand).

Aus einer Zeit, als noch die obere Tongrube in Reichenschwand in Betrieb war (1909), sammelte Herr Prof. Krumbeck eine ansehnliche, später teilweise bestimmte Fauna, die er mir in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte (**75**, 729 Anm.). 6,5 bis 7 m unter der Delta/Epsilon-Grenze fanden sich in hellgrauen milden Tonmergelschiefern:

Aequipecten priscus Schloth.?

Die Form trägt 20 feine Rippen; das etwas kleinere Hinterohr fällt schwach ab. Die Größe und das Höhenbreitenverhältnis mit 10 : 9 mm erinnert am meisten an die von Quenstedt (Jura S. 152, Taf. 18, Fig. 19) abgebildete Form aus dem württembergischen Betaton; nicht selten, nur mäßig erhalten.

Plicatula spinosa (Sow.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, Taf. 107, Fig. 1); kleinwüchsig, bis 3 mm.

Myoconcha aff. decorata Goldf.

Das Exemplar steht dem von Brauns (Unterer Jura in Nordwest-Deutschland Taf. 2, Fig. 8) (nicht Goldf.) abgebildeten sehr nahe. Es ist gedrungener und nur mit vier radialen Rippen verziert. Diese stehen weiter auseinander, sind stärker gegen den Vorderrand konkav gebogen und bedingen einen weniger gestreckten Hinterrand als das von Brauns abgebildete Individuum. Ein ziemlich gut erhaltenes Exemplar.

Nucula Palmae Qu. (Jura S. 187, Taf. 23, Fig. 15; sehr häufig).

Leda Galatea d'Orb (= inflexa Qu. sp. Jura S. 192, Taf. 23, Fig. 14; sehr häufig).

Cucullaea cfr. Münsteri Goldf.

Die vorliegenden Exemplare ähneln im allgemeinen weitgehend den von Goldf. Petr. Germ. Teil II, Taf. 122, Fig. 11 dargestellten nach Form und

nach Art der Verzierung der den Steinkernen anhaftenden Schalenreste. Sie unterscheiden sich von obiger Abbildung durch gedrungenere Gestalt. Größtes Individium 20 mm breit. Sehr häufig.

Astarte amalthei Qu. sp. (Jura S. 188, Taf. 23, Fig. 12, 13; häufig).

Astarte aff. excavata Sow. (nov. sp.?)

Die vorhandenen, gut erhaltenen Schalenexemplare zeigen in ihrer Form die größte Annäherung an *Astarte excavata* (Sow.) Goldf. sp., insbesonders durch ihren trapezoidischen Umriß. Die Berippung ist aber lediglich auf die Wirbelgegend beschränkt; außerdem zeigt die Schale nur eine feine Anwachsstreifung.

Goniomya sp. ind.

Dentalium etnalense Terqu. e. Piette.

Wahrscheinlich identisch mit der Darstellung von Tate a. Blake (Yorksh. Lias S. 332, Taf. 9, Fig. 3), zumal da auch die Verzierung übereinstimmt. Auch bei Moberg (Om Lias i. sydostr. Skane Taf. 2, Fig. 31) findet sich eine identische Abbildung mit besonders guter Darstellung der Verzierung.

Turbo cfr. Dunkeri Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil III, Taf. 193, S. 95, Fig. 11.)

Die vier vorhandenen Schalenexemplare sind mäßig gut erhalten, d. h. kräftig verdrückt mit gut erhaltenem letzten Umgang. Die einzelnen Windungen zeigen gleichmäßig scharfe, feine Anwachsstreifung. Übereinstimmend ist auch die Größe sowie die Zahl der Umgänge und Kiele.

Pseudomelania Blainvillei (Mstr.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil III, S. 112, Taf. 198, Fig. 9).

Die senkrechten Querrippen erscheinen bei den größten scheinbar erwachsenen Formen auf den letzten Umgängen verschwächt, sonst identisch nach Größe (neun Umgänge) und Form.

Pseudomelania amalthei Qu. sp. (Jura S. 194, Taf. 24, Fig. 6).

Das vorliegende wohlerhaltene Exemplar ist der Abbildung sehr ähnlich. Die Zahl der Umgänge beträgt fünf. Der letzte Umgang ist im Vergleich zur Abbildung etwas bauchiger, das Gewinde vergleichsweise etwas niedriger.

Pseudomelania aff. amalthei Qu.

Die Gestalt erinnert bedeutend an das höchste der Exemplare von *Pseudomelania amalthei* Qu. sp. (Jura Taf. 24, Fig. 8), besitzt aber sieben Umgänge und zeigt auf allen Umgängen regelmäßige, weitentfernte, zarte Spiralfurchung; auf dem letzten Umgang ca 10 solcher Furchen.

Bairdia (Cypris) amalthei (Qu.) Ißler sp. (Beitr. z. Strat. Mikrof. d. Lias i. Schwab. S. 94, Fig. 388).

Arieticeras Algovianum Opp. (= *Harp. radians amalthei* Qu.) (Amm. S. 340, Taf. 42, Fig. 42).

Amaltheus spinatus Brüg. (= *costatus* Rein.).

Eine Anzahl Formen, zum Teil gut erhalten, sämtlich aus Phosphatknollen, stimmen zum Teil mit der Darstellung von *Ammonites spinatus* bei d'Orbigny (89) und Reinecke (101), zum Teil mit *Paltopleuroceras elaboratum* Buckm. (Yorksh. Type Ammon. Part. 2 Deser. 22) weitgehend überein.

Amaltheus spinosus Qu. sp. (Amm. Taf. 41, Fig. 6).

Ein großes (11 mm Durchmesser) guterhaltenes Exemplar; im Gegensatz zu den Erhaltungszuständen der übrigen verkiest.

Belemnites Milleri (Phill.) Werner sp. (Üb. d. Belemn. d. Schwäb. Lias S. 120, Taf. 11, Fig. 5).

Belemnites Zieteni Werner (= *breviformis* Zieten) Werner sp. (Belemn. d. Schwäb. Jura S. 110, Taf. 10, Fig. 5).

Belemnites aff. Zieteni Werner.

Es handelt sich um kleine, schlanke Formen ohne Furchen. Gegen das Ende verjüngen sie sich schnell zu einer zuletzt scharfen Spitze. Achse und Spitze sind schwach, aber deutlich exzentrisch. Es scheint sich um Formen zu handeln, welche der von Werner erwähnten Paxillosenbrut ähnlich sind.

Beiträge zur faunistischen Gliederung des Lias Delta zu bringen war wegen der ungünstigen Aufschlüsse nicht möglich, ist mir doch aus den in Franken bekanntlich (vgl. v. Gümbels Profilangaben 51, S. 357, 390) nur wenig mächtigen *Margaritatus*-Schichten nur ein Lesestück aus der Gruppe des *Amaltheus margaritatus* in der Hüttenbachschlucht zu Gesicht gekommen.

Lias Epsilon.

Schwarzjura Epsilon ist nur am Nord- und am Südrande des Beobachtungsgebietes aufgeschlossen. Im Süden in verschiedenen Steingruben bei Rasch und Peunding sowie am Kanaleinschnitt, im Norden in der erwähnten Ziegeleigrube von Reichenschwand. Am Grünberg bei Weigenhofen werden hin und wieder flache Brüche eröffnet. Zurzeit sind aber die vorhandenen Aufschlüsse unvollständig, da keine Steine gebrochen werden; doch lassen die aufgestapelten Platten eine weitgehende Ähnlichkeit der Schichtenfolge mit dem Vorkommen bei Reichenschwand bei wesentlich größerem Fossilreichtum erkennen.

Profil bei Rasch.

Unter dunklen, schiefrigen Zetatonen folgen dunkle Mergelschiefer im Hangenden mit zahlreichen *Bel. irregularis* Schloth. = *digitalis* Qu. sp. (Ceph. Taf. 26, Fig. 10, 12).

7. Beilförmig brechende graue Kalkmergelschiefer voll *Variamussium contrarium* Buch (= *pumilum* Lam.), *Pseudomonotis substriata* (Mstr.) Goldf. sp.; großwüchsig. *Bel. cfr. tubularis* Y. a. B. = *acuarius var. gracilis* Qu. sp. (Ceph. S. 442, Taf. 25, Fig. 4), verdrückte Inoceramen und Fischschuppen . . . . . 0.90 m
6. Monotisbank, hellgraubraun, fast vollkommen aus *Pseudomonotis substriata* Mstr. in kleinen bis mittelwüchsigen Exemplaren.
Coeloceras subarmatum (Y. a. B.) Menegh, sp. (Monogr. d. Foss. d. Calc. rouge ammonitique . . . S. 67, Taf. 14, Fig. 15.) . . . . . 0.10 m
5. Schiefriger Kalkstein mit vereinzelten Dactylioceraten und reichlich Fischschuppen, Zähnen und Knochenresten . . . . . 0,03—0.10 m
4. Dactyliocerasbank mit viel *Dactylioceras athleticum* (Simps.) Buckm. sp. (Yorksh. Type Amm. Part. 6, Taf. 51, A. B.) (= *Holandrei d'Orb* sp.) und *Pseudomonotis substriata* Mstr. . . . . 0.30 m
3. Schiefriger Kalkstein mit vereinzelten Dactylioceraten und Fischschuppen . . . . . 0.15 m
2. Schiefriger, mäßig fester Kalkmergel mit nicht näher bestimmbaren Harpoceratenabdrücken; zum Hangenden reich an Fischschuppen und *Belemnites cfr. paxillosus* (Ph.) Qu. sp. (Ceph. Taf. 24, Fig. 6) 0.05—0.15 m
1. Harte dunkelgraue Kalkbank durch Einlagerungen kopfgroßer schaliger Kugeln mit wulstiger Oberfläche durch feinste Schneckenbrut vielfach pseudoolithisch . . . . . 0.20 m

Darunter dunkle Deltatone.

Gesamtmächtigkeit: 1.90 m

Profil bei Reichenschwand.

Hangendes; Graue fette Mergel mit *Grammoceras striatulum* (Sow.) Janensch sp. (Die Jurensisschichten i. Elsaß 89. Taf. 3, Fig. 1).
Es folgen:

9. Graue, fette Mergel mit zahlreich *Bel. irregularis* Schloth.? Die zahlreichen Exemplare unterscheiden sich vom typischen *Bel. irregularis* durch bedeutendere Länge (95 mm), bedeutend schlankere Gestalt, vor allem der Spitze, und merkliche Verbreiterung im alveolaren Teil. Im ganzen am ähnlichsten der Abbildung von d'Orbigny (Pal. franç. Teil I, Taf. 4), aber durch gleichseitigere Gestalt verschieden . . . . . 1.40 m
8. Blauschwarzer Mergelkalk mit *Dactylioceras athleticum* Simps., *Bel. oxiconus* Zieten sp. (Verstein. Württbgs. S. 27, Taf. 21, Fig. 5).
   Bel. tubularis Y. a. B. (= *acuarius var. gracilis* Qu.) Wirbel und häufig Rippen von *Ichthyosaurus* sp. . . . . 0.08 m
7. Dünnblätterige Schiefer . . . . . 0.03 m
6. Grauer Kalkstein im Hangenden mit linsenförmigen Anhäufungen von *Pseudomonotis substriata* Mstr., im Liegenden mit *Dactylioceras athleticum* (Simp.) Buckm. sp. (Yorksh. Type Amm. Part. 6, Taf. 51 A. B.) und häufig Fischschuppen . . . . 0.15 m
5. Grauer Mergelschiefer mit *Inoceramus amygdaloides* Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 110, Fig. 4, Taf. 11) . . . . . 0.03 m
4. Helle, graue Kalkbank mit zahlreichen *Inoceramus amygdaloides* Goldf. sp. *Inoceramus dubius* (Sow.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 198, Taf. 109, Fig. 1).
   Harpoceras subplanatum Opp. = *elegans* Ziet. sp. (Verstein. Württbgs. Taf. 16, Fig. 6).
   Aptychus sanguinolarius Qu. sp. (Ceph. Taf. 23, Fig. 3). . . . . 0.15 m

3. Dünne, graue Mergelschiefer mit *Harpoceras* sp. cfr. *falciferum* Sow. und schlecht erhaltenen vollkommen flach gedrückten Harpoceraten aus der Gruppe des *Harpoceras lythense*. *Aptychus sanguinolarius* Qu. sp. (Ceph. Taf. 23, Fig. 4.) . . 0.05 m

2. Zäher, blauer Kalkstein mit muscheligem Bruch, pseudoolithisch infolge Schnecken- und Ammonitenbrut. *Harp.* sp. cfr. *lythense* (Y. a. B.) Qu. sp. (Amm. Taf. 43, Fig. 3), *Harp. exaratum* (Y. a. B.) Wright sp. (Lias Amm. S. 441, Taf. 62, Fig. 1—3). . . . . 0.15 m

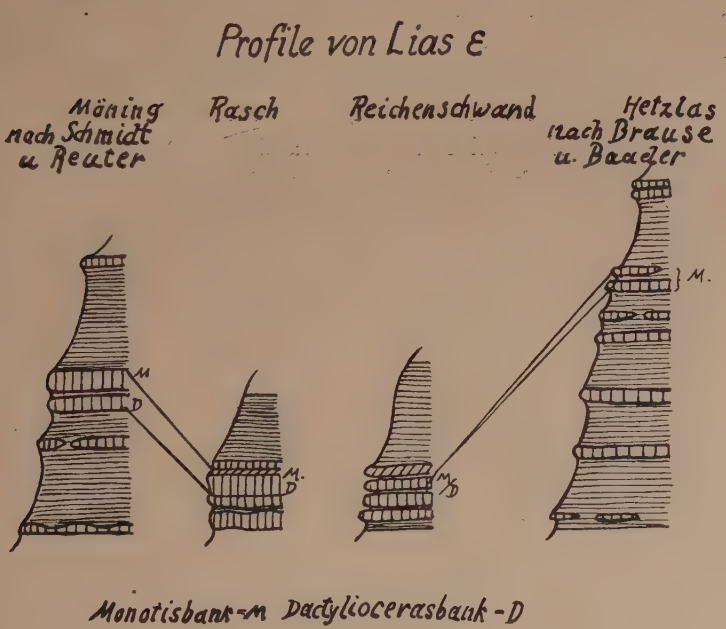
1. Grauer Mergelschiefer, dünnblättrig mit Gagatstückchen und stark verdrückten Harpoceraten . 0.10 m
Liegendes: Delta-Schiefertone

Gesamtmächtigkeit: 2.14 m

Die Posidonienschichten sind also in überwiegend kalkiger Fazies von nur geringer Mächtigkeit entwickelt. Die einzelnen Kalkbänke zeigen keine so ausgesprochene petrographischen Eigentümlichkeiten, um sie in den beiden Profilen identifizieren zu können. Auch faunistisch sind sie nur in beschränktem Maße gekennzeichnet. Bei Reichenschwand und am Grünberg tritt z. B. *Harpoceras subplanatum* Opp. (in Schicht 4 des Profiles bei Reichenschwand) so überaus zahlreich auf, daß man von einer Subplanatumbank sprechen könnte. Diese Eigentümlichkeit scheint aber örtlich begrenzt zu sein. Die Dactyliocerasbank mit ihrem typischen Fossilinhalt wird im allgemeinen als Communisbank bezeichnet. Indessen findet man in dem beschriebenen Gebiet und anscheinend noch weit darüber hinaus in ihr kaum einen *Dactylioceras commune* Sow.; durchwegs handelt es sich um die wesentlich hochmündigere Form des *Dactylioceras athleticum* Simps., welche Buckmann (13, Teil 6, Taf. 51) dargestellt hat. Die vielfach aus hellem Kalkspat bestehenden Steinkerne sind widerstandsfähiger als das übrige Gestein und wittern deshalb leicht heraus. Die Fossilführung ist sehr schwankend, da die Steinkerne teils in dichter Packung, zum

Teil zerstreut im Kalkstein liegen, sodaß man manchmal im einzelnen Aufschluß das Gestein nach diesem Merkmal kaum als Dactyliocerasplatte ansprechen möchte. So ist sie am Kanal bei Rasch und auch bei Reichenschwand nicht im mindesten typisch aufgeschlossen, bei Dörlbach jedoch, also nahe bei Rasch, und vor allem am Grünberg, unweit Reichenschwand, typisch ausgebildet. Ähnlich ist es mit der Monotisplatte. Bei Rasch erscheint sie als ausgesprochene Muschelbank fast frei von kalkigem Detritus und nur aus Muschelschalen in dichtester Packung zusammengesetzt. Bei Reichenschwand und am Grünberg sind ihre Schalen zahlenmäßig zwar auch angereichert, treten aber gegenüber dem Kalkstein zurück.

Sehr auffällig ist bei dieser Monotisbank das Vorherrschen der linken Klappe. Goldfuß (**43**, Teil 3, Taf. 120 Fig. 7e, f),



Monotisbank - M Dactyliocerasbank - D

und Quenstedt (**96**, Taf. 37, Fig. 2, 5) haben zwar die rechte Klappe beschrieben und abgebildet, ihr verhältnismäßig seltenes Vorkommen aber nicht bemerkt. Unter den vielen Individuen der mir vorliegenden Handstücke der Monotisbank konnte ich

sie nicht entdecken, und nur einmal, und zwar in der großwüchsigen Varietät in einem Handstück der Erlanger Institutssammlung war sie vorhanden. Dieses Verhalten erinnert lebhaft an die entsprechenden Verhältnisse bei *Pseudomonotis Clarai* Emm., vielleicht auch bei *Pseudomonotis ochotica* Keys. in der ozeanischen Trias (vgl. **22**). Die Trennung der Klappen bei Formen mit schwachem Schloß ist nichts Ungewöhnliches. Welche Faktoren aber führten zu der einseitigen Anreicherung der linken Klappe? Wurde die rechte chemisch zerstört oder durch pseudoplanktonische Verfrachtung fortgeführt? Keine dieser Fragen führt zu einer befriedigenden Antwort, denn beide Klappen zeigen in dieser Hinsicht zu unwesentliche Verschiedenheiten, als daß sie ein so verschiedenes Schicksal erklären können.

Dactyliocerasbank und Monotisbank sind bei Rasch voneinander getrennt. Ein Knochenbett liegt zwischen beiden. Am Grünberg und noch enger bei Reichenschwand ist dieser Komplex zu einer Bank verschmolzen. Anderseits tritt hier im Hangenden der Monotisbank, an der Basis der Crassum-Mergel, ein Belemnitenlager mit zahlreichen Fischschuppen, Zähnen und Saurierknochen auf. Bei Reichenschwand liegt dieses in der festen Mergelkalkbank (Profilschicht 6), am Grünberg in weichem graubraunem Mergel und nicht wie bei Reichenschwand durch eine dünne Schieferlage von der Monotisbank getrennt. Bei Rasch ist es wesentlich weniger ausgeprägt. Rund 1 m über der Monotisbank tritt im Süden wie im Norden wieder ein Belemnitenlager (Irrigularislager) auf, das im allgemeinen der Grenzführung zwischen Epsilon und Zeta dient.

Diese schieferarme und geringmächtige Fazies reicht nördlich wie südlich nicht weit über das Beobachtungsgebiet hinaus. Schon am Hetzlas im Norden und am Möningerberg im Süden nimmt die Mächtigkeit bedeutend zu. Es erhebt sich die Frage nach der Möglichkeit einer Parallelisierung einzelner Schichten der Altdorfer Ausbildung mit solchen der benachbarten Faziesgebiete. Da eine durchgreifende faunistische Gliederung, wie sie in Norddeutschland besteht, in Süddeutschland noch fehlt, ist man auf vorwiegend petrographische Merkmale angewiesen. Auf dieser Grundlage hat Baader (**2**) die Profile des Lias Epsilon im nördlichen Frankenjura verglichen. Von Schloß Banz bis südlich Bamberg war ihm das verhältnismäßig leicht

möglich, aber schon bei dem Vergleich seines Hetzlas-Profiles mit jenen weiter nördlich stieß er auf Schwierigkeiten und machte gewisse Einschränkungen bei der Gleichsetzung. Mit abnehmender Mächtigkeit, von 7,5 m bei Nebensdorf auf 4,6 m am Hetzlas, schwinden auch die im Norden bezeichnenden lithologischen Eigentümlichkeiten. Bei Reichenschwand sind sie überhaupt nicht mehr erkennbar, und nur zwei petrographisch-faunistisch hervorragende Platten erlauben eine Gleichsetzung: Monotisbank und Dactyliocerasbank. Die Dactyliocerasplatte gibt allerdings Baader im Hetzlasprofil nicht an; die Monotisbank ist nur mit einem gewissen Vorbehalt so bezeichnet, doch besteht nach ihrer Lage als oberste Kalkbank des mittleren Epsilon kaum ein Zweifel an ihrer Identität. Südwärts am Möningerberg sind Monotisbank und Dactyliocerasplatte (= Communisbank) ausgeschieden (**102**, 55). Zweifellos ist aber die von Schmidt (**111**, 19) bezeichnete „Communisbank" nicht mit der allgemein so genannten Kalkbank gleich, welche, wie wir sahen, unter der Monotisbank auftritt. Das weniger gegliederte, aber umfassendere Profil von Reuter enthält zweifellos die zutreffende Bezeichnung. Eine Gleichsetzung ist unschwer möglich.

Was die Altdorfer Fazies von der nördlichen wie von der südlichen unterscheidet, ist eine gleichmäßige Mächtigkeitsminderung des gesamten Epsilon. In erster Linie beruht sie auf dem Mangel der bituminösen Papierschiefer, welche fast vollkommen ausgekeilt sind oder als nur dünne Zwischenmittel die Kalkbänke trennen. Zwar ist auch die Zahl der Kalkbänke gegenüber der nordfränkischen Fazies geringer, doch sind diese, soweit sie in der Altdorfer Fazies vorhanden sind, in kaum geringerer Mächtigkeit entwickelt wie nördlich und südlich.

Das Überwiegen des Kalkes in Verbindung mit dem starken Zurücktreten bezw. Fehlen des bitumenreichen, tonigen Sedimentmaterials und der Mächtigkeitsminderung spricht für eine geringe Meerestiefe im Sedimentationsraum der Altdorfer Fazies. Am ausgesprochensten tritt diese Schwelle erst bei Reichenschwand in Erscheinung. Ihre Nordgrenze liegt also zwischen Hetzlas und Pegnitztal und zwar diesem wesentlich näher, die Südgrenze zwischen Hausheim und Möning. Nach Osten ist die Ausdehnung unbekannt, denn in der Amberger Gegend soll Lias Epsilon die beträchtliche Mächtigkeit von 13 m (**113**, 6) erreichen.

Lias Zeta.

Nach den Profilen von Reuter (**102**, 55) und Baader (**2**, 36—39) vom Möningerberg wie vom Hetzlas zu urteilen, schließt Lias Epsilon mit einer Kalkbank. Diese ist in der Altdorfer Fazies nicht vorhanden. Vielleicht sind die beilförmig brechenden Mergelschiefer am Kanal bei Rasch ein Äquivalent. In meinem Gebiet vollzieht sich an der Epsilon/Zeta-Grenze ein petrographischer Wechsel. Über dem eben erwähnten graublauen Mergelschiefer folgen deutlich abgesetzt dunklere Schiefertone. Am nördlichen Liasgebiet in den Aufschlüssen am Grünberg und bei Reichenschwand äußert sich kein Gesteinswechsel. Mergel von ähnlicher Ausbildung leiten von Epsilon zu Zeta über und ebenso von Lias Zeta zum Dogger Alpha. Die Mächtigkeit von Zeta beträgt ungefähr 1,5 m, doch läßt sie sich nicht genauer angeben, da die Aufschlüsse nicht genügen.

Wesentlich für die Schwierigkeit einer faunistischen Gliederung ist neben dem Mangel guter Aufschlüsse der Erhaltungszustand der Fossilien. Bei Reichenschwand sind nur phosphoritische Steinkerne von Ammoniten vorhanden. Soweit dabei die Dunstkammern erhalten blieben, lassen sich die Ammoniten wegen der guten Erhaltung ihrer Lobenlinien bestimmen. In sehr vielen Fällen sind aber lediglich die Wohnkammern erhalten. Bedeutend besser, teilweise hervorragend, ist die Erhaltung im Altdorf-Neumarkter Gebiet. In der dortigen Pyritfazies sind die Ammoniten größtenteils als prächtig erhaltene Pyrit- und Limonitkerne überliefert. Leider sind die früher ergiebigen Fundstellen bei Rasch-Dörlbach heute verfallen oder abgesucht.

Ausgeschwemmt fanden sich bei Reichenschwand aus Unter-Zeta:

Grammoceras sp. cfr. *toarcense* d'Orb. (Pal. franç. I, S. 222, Taf. 57).

Ober-Zeta:

Lytoceras sp. cfr. *hircinum* (Schloth.) Qu. sp. (Amm. S. 388, Taf. 48, Fig. 11, 12).

Dumortieria Moorei (Lyc.) Buckman sp. (*Inf. Ool.* Amm. S. 255, Taf. 44, Fig. 4—9).

Dumortieria sp. cfr. *falcofila* Qu. sp. (Amm. S. 430, Taf. 54, Fig. 31).

Dumortieria cfr. *Levesquei* d'Orb. (Pal. franç. Teil I, Taf. 60, S. 230).

Dumortieria sp. cfr. *radians exigua* Buckm. sp. (*Inf. Ool.* Amm. S. 252, Taf. 44, Fig. 1).

Der tiefste Dogger

Ludwigia opalina var. costosa Hoffm. sp. (Amm. d. unt. Doggers i. Schude S. 60, 61, Taf. 1, Fig. 20/38).

Außerdem sammelte ich bei Rasch aus Ober-Zeta verkieste Exemplare von

Grammoceras aalense (Ziet.) Qu. sp. (Amm. S. 424, Taf. 54, Fig. 5).

Grammoceras fluitans Dum. sp. (Lias sup. S. 253, Taf. 51, Fig. 7, 8).

Dogger Alpha.

Der untere Dogger, der Opalinumton, ist einer der am wenigsten gut aufgeschlossenen Horizonte. Zwar tritt er mit verhältnismäßig großer Fläche zutage, ist auch in Bachrissen hin und wieder entblößt, doch sind solche Aufschlüsse wegen der großen Mächtigkeit von rund 80 m und der Versteinerungsarmut von $Alpha_2$ und $Alpha_3$ schwer zu verwerten. Ein größeres Teilprofil ist dort vorhanden, wo der Donau-Main-Kanal zwischen Reschenberg und Gspannberg durchgeführt ist, ein weiteres, durch Straßenumbau geschaffenes, an der Straße von Altdorf nach Unterrieden. Eine monotone Folge dunkelblauer bis braungrauer Schiefertone ist in beiden Fällen aufgeschlossen, welche petrographisch die größte Ähnlichkeit mit Amaltheenton haben. Fossilien lieferte keiner der beiden Aufschlüsse. Alte Tongruben am Kanal bei Rasch in der Torulosumzone sind zum Teil durch Hangrutschungen stark beeinträchtigt und zudem abgesucht.

Selbst Mächtigkeitsbestimmungen stießen auf Schwierigkeiten, da sich Unter- und Oberkante von Dogger Alpha räumlich nur selten naheliegen. Bei größeren Entfernungen aber ist — zahlenmäßig nur schwer bewertbar — die Schichtenneigung nachteilig. Demnach war nur am Gspannberg, Reisberg, Moritzberg und Nonnenberg die Möglichkeit zu Messungen gegeben. Die erstgenannten Punkte mußten indessen auch hier ausscheiden, da mit tektonischen Hindernissen zu rechnen war.

Als einzige Möglichkeit blieb die Nordweststrecke des Nonnenberges. Die Messung mit Horizontalglas ergab 83 m Mächtigkeit bei einer Fehlermöglichkeit von ± 5 m, also rund 80 m.

Dogger Beta (Doggersandstein).

Wesentlich besser ist der Dogger Beta aufgeschlossen. Vorwiegend in Hohlwegen bot er umfangreiche Teilprofile östlich von Kucha, am Keilberg, bei Entenberg, Weißenbrunn, Pühlheim und Unterrieden. Fast in allen Fällen ist es unmöglich, die Alpha/Beta-Grenzlagen zu beobachten. Wie sich der allmähliche Übergang aus dem Opalinumton vollzieht, erläutert ein Profil Reuters vom Nonnenberg (**102**, 63). Befriedigend waren die Grenzschichten auch durch einen Straßenumbau am Gspannberg aufgeschlossen.

Grenzprofil Dogger Alpha-Beta am Gspannberg.

Unter dem aus verwittertem Doggersandstein bestehenden Ackerboden folgt:

16. Bröckeliger, diagonal geschichteter, braunroter Sandstein . . . . . 4.00 m
15. Rotvioletter, eisenoolithischer Sandstein mit zwischengelagertem, braunem, mürbem, tonigem Sandstein 0,10 m (1. Flöz) . . . . . 0.70 m
14. Mit Tonstreifen durchzogener mürber, brauner Sandstein . . . . . 0.60 m
13. Heller, weißgelber Sandstein mit Eisenkieselbändern; im Hangenden mit fester Sandsteinbank 2.80 m

12. Sehr mürber, zu Sand zerfallender, weißer bis roter, diagonal geschichteter Sandstein . . . . 1.40 m
11. Fester, brauner Sandstein mit Sandeisenerzschnüren und Sandsteinkugeln, im Hangenden eine 0.20 m mächtige Toneisensteinbank . . . . . 1.10 m
10. Sandig-tonige Schichten mit schwachen Streifen von Toneisensteinen . . . . . 7.50 m
9. Brauner eisenreicher Sandstein mit kleinen Sandeisenerzschwarten . . . . . 0.45 m
8. Graugelber, sandiger Ton . . . . . 0.70 m
7. Dunkelbrauner Sandstein . . . . . 0.15 m
6. Grauer, braunfleckiger, stark sandiger Ton . . 0.70 m
5. Hellgrauer Schieferton mit gelben Sandsteinnestern 1.40 m
4. Grauer, gelbfleckiger, sandiger Ton, dazwischen 1.25 m über dem Liegenden eine dunkelbraune, sandeisenreiche Sandsteinbank mit 0.30 m . . . 2.35 m
3. Geschichteter, gelber, zum Hangenden brauner Sandstein mit feinen grauen Tonlagen . . . . 1.40 m
2. Graubraune, sandig-tonige Schichten . . . . . 0.90 m
1. Graublaue Schiefertone im oberen Teil (1.70 m) mit schwachen gelbsandigen Zwischenlagen, im unteren Teil dunkel, sandfrei und glimmerführend 4.80 m

Liegendes: Schieferton

Gesamtmächtigkeit 30.95 m

Dieser gesamte Schichtenstoß ist im höchsten Grade fossilarm. Durch günstige Aufschlüsse zu Wasserversorgungszwecken war es möglich, zwei vollständige Profile durch den Doggersandstein aufzunehmen; besonders bei Weißenbrunn, wo ein 6—7 m tiefer Schacht in ungewöhnlich günstiger Weise den liegendsten Teil des Doggersandsteines aufschloß.

Profil von Weißenbrunn.

Hangendes: Gelbbrauner Gamma-Kalkstein.

12. Tonig-sandige Grenzschichten, schlecht aufgeschlossen . . . . . 2.75 m
11. Mürbe, zum Teil unregelmäßig harte gelbbraune, fleckig-knollige Kalksandsteine, zwischengelagert ein rotviolettes, oolithisches Band (0.05 m) . . 1.60 m

10. Wirr geschichtete, mürbe, beim Schlag zerstäubende, plump verwitternde Sandsteinbank, hellbraun . 1.70 m
9. Ruppige, undeutlich geschichtete, z. T. sehr harte Kalksandsteinbank . . . . . 4.20 m
8. Dicke Bänke aus wirr kreuzgeschichtetem Sandstein, in den unteren 2 m mit unregelmäßig rotvioletten bis roten eisenoolithreichen Zwischenlagerungen. Der ganze Stoß z. T. hart ruppig-sandig-kalkig oder mürbe plump-sandig-tonig . . 7.80 m
7. Violettroter roteisenoolithischer Sandstein (3. Flöz) mit schwachem Kalkgehalt im Liegenden; erzarm und sandig . . . . . 1.00 m
6. Schichten wechselnder Mächtigkeit von gelben bis braunroten Sandsteinen mit dünnen Toneinlagerungen und rotvioletten Schmitzen . . . . . 4.80 m
5. Sehr mürber, violetter Roteisenoolith-Sandstein (2. Flöz) . . . . . 0.20 m
4. Mürber, z. T. gelber, z. T. brauner Sandstein im Hangenden mit vereinzelten Tonschnüren, im Liegenden eisenoolithreiche Streifen. . . . . 1.80 m
3. Violetter, mürber Roteisenoolith-Sandstein mit feinen Tonschnüren (1. Flöz) . . . . . 0.25 m
2. Hell- bis dunkelbrauner Sandstein mit eingelagerten Tonstreifen, im Liegenden mit tiefroten bis braunen Toneisenstein-Schnüren . . . . . 7.90 m
1. Grauer, sandiger Ton, 2 m aufgeschlossen, darunter noch rund 9 m mächtig . . . . . 11.00 m

Liegendes: Opalinumton

Gesamtmächtigkeit 45.00 m

Profil von Reicheneck.

Hangendes: Gamma-Kalksandstein.

10. Sandig-tonige Grenzschichten, schlecht aufgeschlossen . . . . . 2.00 m
9. Sehr feinkörniger, undeutlich gebankter, intensiv kreuzgeschichteter tonfreier Sandstein . . . . 9.00 m
8. Grobgebankter, intensiv diagonalgeschichteter, teils toniger, teils oolithischer, gelbbrauner Sandstein,

im hangenden halben Meter verhältnismäßig grobkörnig (bis 2 mm Durchmesser) . . . . . 5.50 m
7. Fein geschichteter, bröckelig, mürber violetter, roteisenoolithischer Sandstein (3. Flöz) . . . . 0.55 m
6. Hell- bis dunkelbrauner, z. T. toniger, mürber Sandstein . . . . . 0.85 m
5. Bröckelig-mürber Roteisenoolith-Sandstein (2. Flöz) 0.75 m
4. Großbankiger, wirr kreuzgeschichteter, plump verwitternder, gelb- bis rotbrauner Sandstein . . . 4.50 m
3. Bröckelig-mürber, violetter Roteisenoolith-Sandstein (1. Flöz) . . . . . 0.55 m
2. Wechselnde, helle bis dunkelbraune, mehr oder minder tonige Sandsteine, mäßig fest . . . 11.00 m
1. Schlecht aufgeschlossene tonig-sandige Lagen, rund 10.00 m

Liegendes: Alpha-Schiefertone entblößt

Gesamtmächtigkeit 44.70 m

Die Fossilführung des Doggersandsteins ist in meinem Gebiet sehr gering. Vollkommen fossilfrei sind zwar nur wenige Schichten; soweit man aber Fossilfunde macht, sind die erbeuteten Abdrücke schlecht erhalten; nur in zwei Horizonten ist der Fossilreichtum größer.

Der untere Horizont liegt ungefähr 15 m über der Dogger Alpha-Beta-Grenze und wurde beobachtet bei Reicheneck, am Keilberg und bei Weißenbrunn. Südwärts in der Gegend von Raschbach, Hagenhausen, mangeln geeignete Aufschlüsse. Im Profil von Gspannberg fehlt er. Seine petrographische Beschaffenheit ist verschieden. Bei Reicheneck ist es ein brauner, fleckiger, kalkiger, fester Sandstein. Am Keilberg ist das Gestein besonders charakteristisch, weil in einer Grundmasse von dunkelbraunem Eisensandstein hellgelbe bis wasserklare, größere Quarzkörnchen auftreten und dem Gestein ein eigenartiges fleckiges Aussehen geben. Bei Weißenbrunn ist die Bank ausgezeichnet durch grobkörnige geröllartige Lagen. In die feinkörnige Grundmasse des Sandsteins sind gröbere (bis 2,5 mm) helle Quarzkörner und kleine 3—4 mm große brauneisenumrindete Gerölle aus zusammengebackenem feinen Sandstein eingelagert. Brauneisenoolithe und wenig Glimmer sind in allen Fällen beteiligt. An Steinkernen enthält dieser Horizont:

* *Pseudomonotis elegans* (Mstr.) Schmidtill sp. (Z. Stratigr. und Faunenk. d. Dogger-Sandsteines, S. 85, Taf. 1, Fig. 9, 10).

* *Amussium pumilum* (Lam.) Schmidtill sp. (S. 101, Taf. 2, Fig. 1, 9, 12).

Ostrea cfr. *calceola* (Ziet.) Schmidtill sp. (S. 106, Taf. 3, Fig. 13).

* *Modiola cuneata* (Sow.) Schmidtill sp. (S. 111, Taf. 3, Fig. 17).

Nucula sp. *ind.*

* *Trigonia Brodiei* (Lyc.) Schmidtill sp. (S. 125, Taf. 6, Fig. 11).

* *Trigonia costulata* (Lyc.) Schmidtill sp. (S. 127, Taf. 6, Fig. 7, 17).

Astarte cfr. *aalensis* Opp. Schmidtill sp. (S. 131, Taf. 4, Fig. 20).

* *Trancredia* cfr. *donaciformis* (Lyc.) Schmidtill sp. (S. 136, Taf. 6, Fig. 18, 19).

Tancredia axiniformis (Phil.) Schmidtill sp. (S. 138, Taf. 7, Fig. 8, 10, Taf. 6, Fig. 13).

Biostratigraphisch ist diese Bank wahrscheinlich ein Äquivalent von Schmidtills (**112**) Hauptmuschelbank. Alle vorstehenden Formen sind in zahlreichen Individuen vertreten. Abgesehen von der häufigsten Art, *Amussium pumilum* Lam., tritt bei Reicheneck *Trigonia Brodiei* Lyc. im unteren Teil der hier bis 1.40 m mächtigen Bank sehr zahlreich auf.

Der höhere Fossilhorizont fällt mit der Flözregion zusammen. Besonders das obere, mächtigere Flöz bot Gelegenheit zum Sammeln bei Happurg und Pühlheim. Bei Happurg waren es vor allem kalkige brauneisenoolithische Knollen, welche die Fossilien lieferten; bei Pühlheim-Adelheim bestand das Flöz zum Teil nur aus Abdrücken von *Amussium pumilum* Lam. Außer den mit Sternen versehenen Arten aus dem unteren Fossillager enthielt die Eisenoolithzone:

Inoceramus cfr. *amygdaloides* (Goldf.) Schmidtill sp. (Z. Stratigr. u. Faunenk d. Dogger Beta, S. 100, Taf. 4, Fig. 6.)

Pholadomya Murchisonas (Sow.) Schmidtill sp. (Z. Stratigr. u. Faunenk. d. Dogger Beta, S. 162, Taf. 11, Fig. 2).

Knochenreste und Holz.

Erwähnenswert ist noch das häufige Vorkommen großwüchsiger Formen von *Inoceramus polyplocus* (Roem.) Schmidtill sp. (Z. Stratigr. u. Faunenk. d. Dogger Beta, S. 16, Taf. 4, Fig. 3) in einem milden, zum Teil glimmerreichen, zum Teil oolithischen Kalksandstein 3—4 m unter Dogger Gamma.

Die Fazies des Doggersandsteines in meinem Gebiet stimmt mit derjenigen im großen überein, welche Schmidtill (**112**) vom Steinberg bei Hersbruck beschrieben hat. Der untere Fossilhorizont ist, nach seiner gleichmäßigen Höhenlage zu schließen, die Hauptmuschelbank Schmidtills; der obere ist durch das Hauptflöz gekennzeichnet. Über die Alpha-Beta-Grenzbänke läßt sich im Norden des Arbeitsgebietes nichts aussagen, da Aufschlüsse fehlen; am Gspannberg sind sie so gut wie fossilfrei. Hier ist auch die Hauptmuschelbank nicht mehr abscheidbar. Schmidtills Konglomeratbank und quarzitische Bank sind bereits nördlich des Pegnitztales verschwunden. Nur die Gegend des Haupteisen-Oolithflözes reicht mit ihrem Fossilinhalt über die Grenzen des Beobachtungsgebietes hinaus südwärts. Auch die hangenden Fossilbänke Schmidtills sind nicht mehr entwickelt.

Rein petrographisch lassen sich verschiedene Schichten zu einzelnen Komplexen zusammenfassen und durch das ganze Gebiet verfolgen. Im Liegenden ist es ein sandiger, stark tonigsandiger, selten kalkig-sandiger Stoß, der im Gelände im allgemeinen wenig aufgeschlossen ist. Darüber folgt die Flözregion, durch ihre Farbe deutlich gekennzeichnet und damit beginnt der Bereich deutlicher, wirrer Kreuzschichtung, welche an verhältnismäßig festen, daher meist steil aufragenden, zu plumpen Felsen verwitternden Gesteinen überall auffindbar ist. Trotz seiner Kreuzschichtung fehlt diesem Sandstein nicht eine horizontale Gliederung, in Gestalt einer wohl ausgebildeten dicken Bankung (der Gebrauch der Begriffe Schichtung und Bankung schließt sich an die Ausführungen Sempers (**117**) an). Aus diesen Schichten entwickelt sich die Zone der Kalksandsteinbänke mit undeutlicher Schichtung, welche zwischen 6 und 9 m mächtig wird. Ihr folgen vorwiegend sandig-tonige Lagen, denen vereinzelt nur geringmächtige Kalksandsteine eingelagert sind.

Petrographisch ist der Doggersandstein eine ziemlich einförmige Schichtenfolge von Quarzsand mit tonigem Bindemittel.

Rein tonige Zwischenlagen sind selten. Eine ähnliche Rolle spielt der in allen Schichten vorkommende, stark schwankende Eisengehalt. Ausgezeichnet ist der Doggersandstein (vgl. **12,** 12) vor allem durch die große Feinheit und Gleichmäßigkeit seines Kornes. Nur in seltenen Fällen erreichen die Quarzkörner eine Größe von 2 mm, und nirgends innerhalb des Untersuchungsbereiches wurde beobachtet, daß die Komponente über 1 mm mehr als 10% erreichte. Im allgemeinen machen die Korngrößen von 0.25—0.75 mm 80—90% des Gesteins aus. Die Gleichkörnigkeit geht so weit, daß innerhalb dieser Spanne die Korngröße nicht etwa gleichmäßig auf die Intervalle von 0.75—0.50 mm und 0.50—0.25 mm und unter 0.25 mm fällt, sondern an der Größe von 0.75—0.50 mm beteiligen sich kaum mehr als 10%, und selbst in dem darunter liegenden Bereiche liegt meist ein ausgesprochenes Maximum entweder zwischen 0.50 und 0.25 mm oder darunter (Taf. I, No. 1, 12). Die groben Quarzkörner (über 1 mm) sind meist ziemlich stark gerundet, die feinen (von 0.75 bis unter 0.25 mm), besonders die von 0.50 bis unter 0.25 mm, sind nur selten kantengerundet, vielmehr zum überwiegenden Teil noch scharfkantig und splitterig.

Genetisch ist der Doggersandstein, zum mindesten seine „Seichtwasserfazies", zweifellos marin. Darüber hinaus aber erwächst die Frage, ob man aus seiner Ausbildung Schlüsse auf seine Entstehungsweise ableiten kann. Ist der Sandstein, wie behauptet wurde (**112,** 76), wenn auch nicht rein äolisch, so doch unter wesentlicher Teilnahme der Windverfrachtung entstanden? Auf die Möglichkeit bedeutender Sandverfrachtung durch Winde wurde in diesem Zusammenhang mehrfach hingewiesen. Die Tatsache, daß bei ablandigen Winden mit zunehmender Entfernung von der Küste die gröberen Körner abnehmen, würde zu dem vorliegenden Tatbestand insofern nicht in Widerspruch stehen, als die vereinzelt eingelagerten größeren Quarzkörner in einzelnen Bänken einen Rundungsgrad zeigen, der auf äolische Bearbeitung zurückführbar wäre. Gegen Windzufuhr spricht aber vor allem die scharfkantige Beschaffenheit der Hauptmasse der Quarzkörner. Mit abnehmender Größe sinkt bekanntlich die Rundungsfähigkeit der Körner beträchtlich, immerhin aber wäre sie bei dem anzunehmenden weiten Transport einer starken mechanischen Beanspruchung ausgesetzt

gewesen, welche zweifellos Spuren in Gestalt merkbarer Abschleifung der Kanten hinterlassen hätte. Weiterhin spricht gegen eine wesentliche Anteilnahme des Windes an der Sedimentbildung die Anwesenheit von Glimmer in allen Horizonten. Sein im Vergleich zum Quarz gleiches oder etwas höheres spezifisches Gewicht, seine wesentlich geringere Härte haben eine wesentlich geringere Widerstandsfähigkeit gegen mechanische Beanspruchung zur Folge. Mackie (siehe bei **119,** S. 634) gibt für Biotit eine dreifache, für Muskowit sogar eine um das Vierfache höhere relative Rundung an als für Quarz. Außerdem bietet er dem Winde seiner blättrig-tafeligen Beschaffenheit wegen bedeutend geringere Angriffsflächen als der körnige Quarz. Deshalb ist schon in kontinentalen Flugsanden Glimmer äußerst selten. Seine Anwesenheit bei weiten Verfrachtungsstrecken ist unter diesen Umständen erst recht unwahrscheinlich (diese Einwände gelten auch gegen die „Dünen"-Fazies Schmidtills (**112**)). Äolomarin kann also der Doggersandstein nicht sein.

Somit bleibt nur die Möglichkeit der fluviatilen Zufuhr des Quarzes in den marinen Sedimentationsraum. Wesentlich ist für diese Betrachtung, daß schon Wassergeschwindigkeiten von 0.1 m in der Sekunde Quarzkörner bis zu 1 mm fortbewegen können (**123**). Darum ist und war auf fluviatilem Wege mit seinen ungleichmäßigen und größeren Wassergeschwindigkeiten eine Trennung von grobem und feinem Festlandschutt unmöglich. Andererseits setzt die gleichmäßig feinkörnige Beschaffenheit unseres Sedimentes Wassergeschwindigkeiten voraus, die 0.075 m in der Sekunde nicht überschreiten. Nun sind solche langsamen Strömungen am Meeresboden keineswegs selten. Außerdem aber ist das Vorhandensein einer nur wenig stärker bewegten Oberwasserschicht ausgeschlossen, da sie zur Ungleichkörnigkeit des Sedimentes geführt hätte. Sehr geringe und gleichmäßige Wasserbewegung trotz großer Flachheit muß demnach das fränkische Dogger-Beta-Meer ausgezeichnet haben. Aller fluviatil zugeführte gröbere Schutt wurde schon in Küstennähe, also wohl hauptsächlich noch in der Gegend des westlichen Teiles der böhmischen Masse, abgelagert. Nur in Schmidtills Vilsecker Fazies des unteren Doggersandsteins sind offenbar Relikten dieses küstennäheren Sedimentgürtels

bekannt geworden (vgl. Schmidtill **112,** 62), Feldspat- und Glimmerführung fallen in ihr sofort ins Auge, ebenso die Ungleichkörnigkeit. Dieser Sandstein verwittert zu grobem Sand; untersucht man diesen aber näher, so bestehen die meisten der scheinbar einheitlichen Quarzkörner aus verbackenem feinstem Korn. Die Siebung einer mit dem Gummipistill zerdrückten Probe ergab nur 1% über 2 mm, nur insgesamt 15.5% über 0.75 mm und noch 32% unter 0.5 mm. Auch einen derartigen Sandstein wird man kaum als ein unmittelbares Küstensediment ansprechen; aber dennoch ist diese Fazies nicht unwesentlich für die Bewertung der Genesis des Doggersandsteins.

Immer wieder führt die Frage nach der Entstehung der fränkischen Jurasedimente, besonders im Lias und Dogger, an den wenig intensiv bearbeiteten und komplizierten Ostrand der Frankenalb. Noch mehr als vielleicht in anderen Horizonten wird eine sedimentpetrographische Untersuchung des Doggers Beta neue Ergebnisse zeitigen können. Immer wieder drängt sich auch die Frage auf, ob nicht der grobklastische Stoff des Juras mehr von einstigen permotriassischen Deckschollen der böhmisch-vindelizischen Masse abstammt als unmittelbar aus der Abtragung des Grundgebirges. Dazu hätten sich allerdings jene Schollen durch tektonische Vorgänge etwa der altkimmerischen Phase in entsprechender Ortsstellung befinden müssen.

Bei vergleichenden Begehungen des Doggersandsteins im Vilsecker Gebiet stieß ich an dem Neubau der Straße Schlicht-Hahnbach entlang der Vils bei Gumbenhof auf einen neuen Aufschluß, der Schmidtills (**112,** 61) Profil wesentlich ergänzt.

Profil bei Gumbenhof.

Nr. im Profil Schmidtills			
15.		Gelbbrauner spätiger Kalksandstein mit zahlreichen Muscheltrümmern. Dogger Gamma	
	l)	Brauner, mürber, schwachtoniger Sandstein	2.00 m
14.	k)	Bröckelige, braunrot bis schwarzrot gefleckte, sandige Toneisensteinplatte	0,30 m
	i)	Vorwiegend gelber, feinkörniger Sandstein, deutlich kreuzgeschichtet mit feinsandigen Tonschmitzen, klotzig verwitternd . . .	7.00 m

h) Grobgebankter, wirr kreuzgeschichteter Sandstein mit oft unregelmäßig die Schichtfugen kreuzenden Sandeisenschnüren . . . . . 1.50 m

g) Rote, blaßviolette, weiß gefleckte Tone (Äquivalent der Troschenreuther Röteltone?) . . 1.70 m

13. f) Sandige Toneisensteinplatte bezw. tonige Eisenkieselschicht (Rötelplatte) . . . . . 0.20 m

e) Helle, blaßgelbe bis braune, diagonalgeschichtete Sandsteine, klotzig, senkrecht zerklüftet, mit sandigen Tonschnüren . . . 7.10 m

d) Tonschmitzenreicher, blaßgelber, mürber Sandstein . . . . . 0.70 m

c) Gelbbraune, diagonalgeschichtete Sandsteine mit Toneinlagerungen . . . . . 2.40 m

b) Fast weiße bis schokoladebraune, lebhaft kreuzgeschichtete, aber horizontbeständige Sandsteinbank . . . . . 0.70 m

a) Feiner, blaßgelber, mürber Sandstein, z. T. mit hellroten, tonigen Einlagerungen, nicht völlig aufgeschlossen, rund . . . . . 2.00 m

12. Liegendes nicht aufgeschlossen.

Dogger Gamma bis Zeta und Malmgrenzschichten.

Wie schon eingangs der Arbeit erwähnt, sind der mittlere und der obere Dogger nirgends so aufgeschlossen, daß umfangreichere und einwandfreie Profile zu gewinnen wären. Kleine Einzelaufschlüsse sind allerdings vorhanden, bieten aber keine Möglichkeit zu einer Bereicherung unserer fortgeschrittenen Kenntnis in stratigraphischer und paläontologischer Hinsicht. In den meisten Fällen handelt es sich um zu Tage tretende Kalkbänke der Parkinsonienhorizonte, hin und wieder um schwarzblaue Tone mit typischen Versteinerungen der Macrocephalen- und Ornatenschichten. Der unterste Malm ist nicht aufgeschlossen. Bruchstücke von Glaukonitkalk fanden sich zahlreich im Gehängeschutt, was schon v. Gümbel aus diesem Gebiete erwähnt (**51**, 392). Leitende Formen waren aus den nur vereinzelten und stark zertrümmerten Gesteinsbrocken nicht zu gewinnen, sodaß keine Rückschlüsse möglich waren, ob es sich um die Glaukonitkalke der Peramatum- oder der Uhligi- und Hypselumzone (**23**) handelt.

Malm Alpha$_3$.

Erst die über dem Transversariumhorizont folgenden Ablagerungen der Alternansmergel und -Mergelkalke sind wieder zahlreich aufgeschlossen und zwar zumeist an der Böschung von Straßen, welche den Steilhang zur Malmplatte erklimmen. Selten tritt die geschichtete Fazies auf. Nur an zwei Stellen innerhalb des Arbeitsgebietes war sie aufgeschlossen: bei dem Dorfe Deckersberg und bei Oberrieden. Hier tritt die nordfränkische Fazies mit dem rhythmischen Wechsel fester Kalkmergelbänke und dünnschieferiger Kalkmergel in Erscheinung. Gewöhnlich aber trifft man die mehr oder minder massige Schwammfazies; sie setzt fast ausschließlich die Malmkuppe des Moritzberges zusammen, ist am Nonnenberg, am Buchenberg und mehrfach in der Umrandung des Offenhausener Tales, besonders gut aber an der Straße von Kucha nach Dippersricht, bei Eismannsberg sowie bei Pühlheim-Adelheim und am Balcherweg bei Weißenbrunn aufgeschlossen. Harte, graue, gelbrot geflammte, ruppige Kalke in regellosen Schwammstotzen umschließen Nester dunkelgrauen fetten Mergels oder bröckeliger Kalkmergel und zeichnen sich durch Fossilreichtum aus. Am Aufschluß der Straße Kucha-Dippersricht sammelte L. Lehner vor einigen Jahren ein großes Material, das er mir zur Bearbeitung bereitwilligst überließ. Es fanden sich:

Eugeniacrinus caryophyllatus (Schloth.) Qu. sp. (Jura S. 652, Taf. 50, Fig. 3).
Stielglieder und Kronen.

Eugeniacrinus nutans (Goldf.) Qu. sp. (Jura S. 653, Taf. 80, Fig. 62–67).
Kronen, Arm-, oberste Stiel-, gewöhnliche Stielglieder.

Tetracrinus moniliformis (Mstr.) Qu. sp. (Jura S. 655, Taf. 80, Fig. 87).
Basalkranz.

Cidaris coronata Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil I, S. 119, Taf. 49, Fig. 8).
Stacheln.

Cidaris propinqua (Mstr.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil I, S. 119, Taf. 40, Fig. 9).
Stacheln.

Cidaris elegans (Mstr.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil I, S. 118, Taf. 39, Fig. 5).
Stacheln.

Cidaris cfr. filograna (Ag.) Cott. sp. (Pal. franç. Bd. X, Teil I, S. 105, Taf. 170, Fig. 10, Taf. 171, Fig. 1).
Stacheln.

Serpula lumbricalis (Schloth.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil I, S. 227, Taf. 67, Fig. 11, 12).

Serpula gordialis (Schloth.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil I, S. 240, Taf. 71, Fig. 4).

Serpula planorbiformis (Mstr.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil I, S. 231, Taf. 68, Fig. 12).

Serpula convoluta Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil I, S. 228, Taf. 67, Fig. 14).

Terebella lapilloides (Mstr.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil I, S. 242, Taf. 71, Fig. 10).

Berenicea archiaci Haime (Bryoz. foss. jur. S. 181, Taf. 9, Fig. 11 a, b) u. Wolfer sp. (Bryoz. schwäb. Jur. S. 138).

Berenicea orbiculata Goldf. (Petr. Germ. Teil I, S. 40, Taf. 12, Fig. 2).

Proboscina erucaeformis Wolfer sp. (Bryoz. schwäb. Jur. S. 131, Taf. 4, Fig. 5).

Radipora radiciformis Goldf. (Petr. Germ. Teil I, S. 34, Taf. 10, Fig. 8).

Ceriopora clavata Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil I, S. 30, Taf. 10, Fig. 15).

Terebratula striocincta Qu. (Jura S. 634, Taf. 78, Fig. 12).

Terebratula (Megerlea) loricata (Schloth.) Qu. sp. (Jura S. 634, Taf. 78, Fig. 27).

Terebratula (Megerlea) pectunculus (Schloth.) Qu. sp. (Jura S. 637, Taf. 79, Fig. 2).

Terebratula (Dictyothyris) (Kurri Opp.) (= reticulata) Qu. sp. (Brach. S. 271, Taf. 54, Fig. 45).

Terebratula bisuffarcinata (Schloth.) Qu. sp. (Jura S. 638, Taf. 79, Fig. 17).

Rynchonella lacunosa (Schloth.) Qu. sp. (Jura S. 632, Taf. 78, Fig. 15, 16).

Rynchonella lacunosa dichotoma (Schloth.) Qu. sp. (Jura S. 633, Taf. 78, Fig. 18).

Lima glabra (Mstr.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 81, Taf. 102, Fig. 9).

Pecten (Chlamys) cfr. *subtextorius* (Mstr.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 48, Taf. 90, Fig. 11).

Pecten (Entolium) cfr. *cingulatus* (Goldf.) Qu. sp. (Jura S. 597, Taf. 74, Fig. 10).

Pecten (Spondylopecten) subpunctatus (Mstr.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 48, Taf. 90, Fig. 13).

Velopecten velatus Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 94, Taf. 105, Fig. 4).

Plicatula cfr. *striatissima* Qu. sp. (Jura S. 628, Taf. 78, Fig. 4).

Spondylus aculeiferus Qu. sp. (Jura S. 756, Taf. 92, Fig. 15, 16).

Ostrea rastellaris Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil II, S. 3, Taf. 74, Fig. 3).

Oppelia flexuosa disca Qu. sp. (Amm. S. 855, Taf. 93, Fig. 9).

Oppelia flexuosa nuda Qu. sp. (Jura S. 619, Taf. 76, Fig. 12).

Ochetoceras canaliculatum (Buch) d'Orb sp. (Pal. franç. ter. jur. S. 525, Taf. 199, Fig. 1, 2).

Haploceras politum Opp. sp. (Pal. Mtt. Taf. 53, Fig. 4).

Haploceras lingulatum Qu. sp. (Jura S. 595, Taf. 74, Fig. 9).

Cardioceras ovale Qu. sp. (Amm. S. 825, Taf. 101, Fig. 4).

Perisphinctes colubrinus (Rein.) Qu. sp. (Amm. S. 927, Taf. 101, Fig. 4).

? *Perisphinctes Prowitteanus* Beurl. = *convolutus impressae* Qu. sp. (Amm. S. 685, Taf. 94, Fig. 15).

Belemnites hastatus impressae Qu. sp. (Ceph. S. 447, Taf. 29, Fig. 36—39).

Die Mächtigkeit der Malm-Alpha$_3$-Schichten weicht von den anderwärts in der Fränkischen Alb beobachteten Maßen nicht ab. An den beiden erwähnten Orten mit geschichtetem Vorkommen erreicht sie 9 und 11 m. Wo hingegen Alpha in der Schwammfazies auftritt, ist die Mächtigkeit stark schwankend, doch stets höher, bei Kucha 14 m, am Keilberg 13 und 17 m, bei Weißenbrunn und bei Eismannsberg 20 und 21 m (die höchsten mir bekannten Mächtigkeiten, welche die Schwammfazies erreichen, liegen im Bereich des Stahlschen Kalkwerkes in Rupprechtstegen. Die Schwammfazies von Malm Alpha steigt dort auf den ungewöhnlichen Betrag von 35 m, die Schwammfazies von Malm Beta auf 40 m).

Malm Beta bis Delta.

Der „Werkkalk“ des unteren Malms ist zwar verhältnismäßig oft aufgeschlossen; so befinden sich größere Brüche bei Oberrieden, am Nonnenberg und am Deckersberg, kleinere liegen in der Nähe aller Ortschaften, aber die ungünstige Verkehrslage verbietet einen großzügigen Abbau, wie er in Bahnnähe bei Hartmannshof, Vorra oder Rupprechtstegen im Gange ist. Da die Gewinnung aus diesem Grunde nur mit geringen technischen Hilfsmitteln erfolgen kann, sind die Aufschlüsse innerhalb des Arbeitsgebietes auf die geschichtete Fazies beschränkt. Sie bieten deshalb wenig Beiträge zu den interessanten petrographischen Problemen, wie sie bei Vorra und Rupprechtstegen in Ausbildung und Wechselbeziehungen zwischen geschichteter und massiger Fazies zu beobachten sind. Die Mächtigkeit der geschichteten Fazies beträgt im Beobachtungsgebiet 12—14 m.

Der mittlere Malm ist so spärlich aufgeschlossen, daß man wesentliche Angaben über ihn nicht machen kann. Die Mächtigkeit von Gamma beträgt bei Deckersberg 60 m. Nur die obersten Teile der die Hochfläche überragenden Kuppen bestehen aus den kieselsäurereichen und brecciösen Schwammkalken des Malms Delta.

Dolomitfazies.

Epsilon-Dolomit ist innerhalb des Arbeitsgebietes nicht vorhanden; dagegen ist der mittlere Malm nebst den oberen Teilen des unteren vielfach durch die wahrscheinlich schon während der Diagenese sekundär entstandene Dolomitfazies vertreten. Im Nordosten, auf den Höhen von Deckersberg und Haßlach tritt sie nur spärlich auf den Gipfeln im Bereich der Delta-Schwammkalke auf. So trägt der Arzberg eine Kuppe von Dolomit, dessen Übergang in die Delta-Schwammkalke gut am Osthang zu beobachten ist, auch die Höhe südlich von Prosberg besteht vollständig aus Dolomit. Im Süden von Hinterhaslach beginnt am Dornberg ein Gebiet überwiegender Dolomitverbreitung; stellenweise reicht hier die Dolomitisierung tief in den unteren Malm hinab. Gut aufgeschlossen ist er an der Straße Kucha-Traunfeld: Über den Schwammkalken und -kalkmergeln des Malm-Alpha folgen konglomeratische, massigbankige Beta-

Kalke. 6 m über der Alpha/Beta-Grenze aber steht Dolomit an. Noch günstiger ist die Unterkante des Dolomites am Wege von der Mauertsmühle, unterhalb Traunfeld, nach Dippersricht aufgeschlossen. Dort stehen an der Mühle und noch ein Stück talaufwärts die Tone des oberen Doggers an und bilden mit den Grund für die zahlreichen Quellaustritte. Darüber folgen die Malm Alpha-Schichten in Schwammfazies. An ihrer Oberkante sieht man die Kalkmergelnester innerhalb der Schwammstotzen verschwinden und fast zugleich mit der rein kalkigen Entwicklung des Schwammfazies setzt auch die Dolomitisierung ein. Darnach scheint der Dolomit die Mergelkalke der Alternanszone zu vermeiden.

Auf der Höhe von Dippersricht-Traunfeld ist der Dolomit stellenweise fossilreich, aber immer handelt es sich um belanglose Formen, wie:

Terebratula bisuffarcinata (Schloth.) Qu. sp. (Jura S. 638, Taf. 79, Fig. 17—20, vorwiegend 17).

Rynchonella lacunosa (Schloth.) Qu. sp. (Jura S. 632, Taf. 78, Fig. 15, 16).

Rynchonella lacunosa dichotoma Qu. sp. (Jura S. 633, Taf. 78, Fig. 17)

in großer Zahl. Seltener findet man

Cidaris coronata Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil I, S. 119, Taf. 39, Fig. 8).

Die Frage nach der stratigraphischen Gliederung des Dolomites konnte ich in keinem Falle befriedigend klären, denn die Mächtigkeit der Normalfazies allein bietet dazu keine sicheren Anhaltspunkte, weil die Dolomitisierung, wie gesagt, die Schwammfazies bevorzugte, diese aber oft viel mächtiger als die geschichtete Fazies und obendrein arm an Leitfossilien ist.

Tithon- und Kreiderelikte.

Auf und in den Lehmen und Sanden der Albüberdeckung finden sich häufig Lesesteine verschiedener Größe und Herkunft. Ausnahmslos sind es kieselsäurereiche Restgesteine, zum Teil in Form verschiedenkörniger, verkieselter oder eisenschüssiger Sandsteine oder als dichte, hin und wieder fein poröse, blauschwarze bis weißliche Kieselgesteine.

Versteinerungsführende Sandsteine waren selten zu beobachten. Hierher gehören zwei Funde, der eine bei Hinterhaslach, der andere nordöstlich Traunfeld, eines hellen quarzitischen Sandsteines, welcher ganz erfüllt ist von *Ostrea vesicularis* Lam. (Goldf. sp. Petr. Germ. Teil III, S. 23, Taf. 81, Fig. 2). Die Individuen dieser ausgesprochenen kretazinischen Art sind ausnahmslos kleinwüchsig. Lehner stellt solche Relikte als fränkische Vesicularisкreide ins Unterturon (vgl. auch **79**, 32).

Außer diesen quarzitischen Kreidesandsteinen findet man häufig dichte Malm-Kieselgesteine mit Fossilführung. Diese ist verhältnismäßig selten und beschränkt sich ausschließlich auf hellfarbige Gesteinsvarietäten, welche häufig schwach- bis schwammigporös sind, außerordentlich hart, scharfsplitterig im Bruch und im wesentlich jenen ähneln, welche Krumbeck (**74**) beschrieben hat. In Bezug auf ihre Genese äußerte dieser Verfasser anfänglich (**74**) die Anschauung, daß es sich um entkalkte und sekundär verkieselte dolomitische Kalksteine handele. Später (**79**, 76 Anm. 2) änderte er seine Ansicht insofern, indem er sie von durch Entkalkung mehr oder minder porös gewordenen sekundär eingekieselten Kalkkieseleinlagerungen des jüngeren Untertithons herleitete, wie sie auf der Altmühlalb weit verbreitet sind. Demgemäß bestehen die Tierversteinerungen aus Steinkernen und Abdrücken, von denen diese oft die zartesten Feinheiten der Schale überliefern. Leicht erkenntlich werden sie vielfach noch dadurch, daß sich in den Schalenhohlräumen ein feiner Brauneisenüberzug gebildet hat. In zahlreichen Fällen sind allerdings die Abdrücke durch die Abscheidung feiner Quarzkriställchen unbestimmbar geworden.

Beeinträchtigt wird die Bestimmbarkeit durch die Härte des Gesteins und seines richtungslos splitterigen Bruches, der das Herausschlagen besonders erschwert. Eine weitere Schwierigkeit ist das Fehlen neuzeitlicher Bearbeitungen gleichalteriger Faunen. So liegen aus dem Arbeitsgebiet verschiedene noch nicht beschriebene, wohlerhaltene *Pecten-* und *Lima*-Formen vor, deren Bearbeitung zweckmäßig einer umfassenderen monographischen Darstellung vorbehalten bleibt. Bestimmt wurden:

Terebratula cfr. immanis Zeuschner (Schlosser sp.).

Ein Steinkern, dessen allgemeiner Umriß etwas ausgeprägter fünfseitig ist als die Abbildung Schlossers (Kelh. Dic.-Kalk Taf. 26, Fig. 1). Da-

gegen ist die Schnabelgegend dieser Abbildung weitgehend ähnlich. Das Höhenbreitenverhältnis gleicht *T. immanis var. pinguis* Schlosser (Taf. 26, Fig. 4). Verschieden ist von dieser Figur sein etwas höherer Schnabel und die etwas tiefer liegende größte Breite.

Terebratula immanis var. speciosa Schlosser sp. (Kelh. Dic.-Kalk S. 128, Taf. 40 (25), Fig. 2).

Der große gut erhaltene Steinkern einer Dorsalklappe (Höhe zu Breite = 42 zu 40 mm) stimmt mit der Abbildung gut überein.

Terebratula sp. cfr. insignis (Schübl.) Brauns sp. (Ob. J. S. 370, Taf. 3, Fig. 19—21).

Zwei stark verdrückte Exemplare mit fehlendem Schnabel. Doch ist der allgemeine Umriß, besonders die Stirn ausgesprochen insignisartig und steht der Darstellung bei Brauns am nächsten.

Terebratulina substriata var. silicea Qu. sp. (Brach. Taf. 44, Fig. 22).

Weitaus die häufigste Form. Die Exemplare sind mittel- bis kleinwüchsig und zeigen alle Übergänge bis zu

Terebratulina substriata var. marmoracea Qu. sp. (Brach. Taf. 44, Fig. 24).

Waldheimia trigonella (Schloth.) = *tegulata* Ziet. sp. (Verst. Wttbg. S. 58, Taf. 43, Fig. 3).

Stimmt mit dem von Zieten aus den Nattheimer Schichten beschriebenen Exemplar überein.

Patella sp. cfr. mosensis Buv. sp. (Stat. Geol. Dép. d. l. Meuse, S. 27, Taf. 21, Fig. 5).

Die unbefriedigende Erhaltung des Exemplares gestattet nur eine Bestimmung mit starkem Vorbehalt. Deutlich ist die Skulptur der Schale, ihre feine, sehr enge Radialberippung und eine weite Anwachsstreifung.

Lima lingula Boehm sp. (Kelh. Dic.-Kalk, S. 180, Taf. 37, Fig. 4).

Der Steinkern stimmte in allen wesentlichen Merkmalen mit dieser Abbildung überein. Das Höhenbreitenverhältnis beträgt 25 : 16 mm. Außer einer zarten Anwachsstreifung überziehen die Schale sehr feine Radialrippen.

Lima sp. cfr. alternicosta (Buv.) Boehm sp. (Kelh. Dic.-Kalk S. 178, Taf. 37, Fig. 5).

Pecten (Chlamys) cfr. poecilographus Gemm. e. di. Blasi. sp. (S. 80, Taf. 12, Fig. 13, 18).

Ein Abdruck, der nach allgemeiner Form und Schalenverzierung der Abbildung sehr nahe steht; Ohren sind nicht erkennbar.

Pecten (Chlamys) Zitteli Gemm. e. di. Blasi. sp. (S. 81, Taf. 18, Fig. 5, 6).

Vorliegend ein Abdruck und ein Steinkern mit zugehörigem Abdruck. Die Übereinstimmung mit der Darstellung ist ziemlich weitgehend, doch

zeigt das Höhenbreitenverhältnis eine Annäherung an *Pecten poecilographus*. Es fehlt die der *Chlamys Zitteli* eigentümliche Radialberippung.

Pecten (Chlamys) tithonius Gemm. e. d. Blasi. sp. (S. 73, Taf. 11, Fig. 13).

Der Abdruck stimmt im Höhenbreitenverhältnis mit der Abbildung in weitgehendem Maße überein. Ohren sind bis auf die Ansätze nicht erhalten.

Pecten sp. cfr. cordiformis Gemm. e. di. Blasi. sp. (S. 65, Taf. 10, Fig. 11, 12).

In Gestalt und Umriß unvollständig, die Ohren fehlen; deutlich erhalten ist die Wölbung sowie die Verzierung und stimmt mit der Abbildung überein.

Pecten (Entolium) sp. cfr. cingulatum (Goldf.) Staesche sp. (S. 92, Taf. 4, Fig. 3, 4).

Kleiner, aber verhältnismäßig gut erhaltener Abdruck, der der Abbildung in allen wesentlichen Merkmalen sehr nahe steht.

Spondylopecten globosus Qu. sp. (Jura S. 755, Taf. 92, Fig. 20) vgl. Staesche S. 110.

Die Ohren sind bis auf die Ansätze stark zerbrochen, doch ist die gesamte Form so typisch, daß eine Identifizierung möglich ist; die Zahl der Rippen beträgt ca. 53.

Anomia sp. cfr. jurensis (Roem.) Boehm. sp. (Kelh. Dic.-Kalk S. 158, Taf. 24, Fig. 8).

Das mangelhaft erhaltene Exemplar ähnelt trotz des fehlenden Umrisses *Anomia jurensis* durch seine lichtangeordneten Anwachsrunzeln, enge Berippung und nicht ganz an den Schloßrand vorgerückten Wirbel.

Alectryonia colubrina (Lam.) Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil III, S. 9, Taf. 74, Fig. 5).

In mehreren Exemplaren.

Exogyra cfr. spiralis (Goldf.) Qu. sp. (Jura S. 752, Taf. 86, Fig. 3).

Zahlreiche Exemplare, kleinwüchsig mit rechten und linken Klappen.

Exogyra cfr. virgula Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil III, S. 53, Taf. 86, Fig. 3).

Zahlreiche Exemplare aus einer an dieser Form reichen Bank.

Exogyra cfr. reniformis var. gibbosa Goldf. sp. (Petr. Germ. Teil III, S. 34, Taf. 86, Fig. 7).

Diese spezifisch mehr oder minder bestimmbaren Formen geben aber kein Bild des Formenreichtums vieler Reliktvorkommen. Nicht näher bestimmbar waren *Lithistidae*, *Astraeidae div. sp.* (Einzelkorallen und Stöcke), *Serpula div. sp.*, *Apiocrinus*, *Eugeniacrinus*, *Cidaris div. sp.*, *Rhabdocidaris*, *Terebratula*, *Oxythoma*, *Diceras?*, *Gervilleia div. sp.*, *Pecten div. sp.*, *Velo-*

pecten div. sp., *Modiola*, *Cardita*, *Pleurotomaria?*, *Trochus?*, *Turbo?*, *Nerinea div. sp.*, *Cerithium*, *Aptychus*.

Im ganzen handelt es sich demnach um eine ausgesprochene Lamellibranchiatenfazies mit kräftigem Einschlag von Brachiopoden und geringerem von Echinodermen, Korallen, Gastropoden und Serpeln. Cephalopoden (Ammoniten) sind nur angedeutet. Krustazeen oder Wirbeltierreste wurden nicht beobachtet.

Zur Altersbestimmung kommen höchstens folgende wenige Formen in Betracht:

Art	Beschrieben aus:
1. *Terebratula immanis* Zeuschn.	Oberes Untertithon: Inwald, Kelheim, Nassenfels, Sizilien.
2. *Terebratula immanis var. speciosa* Schloß	Oberes Untertithon: Kelheim.
3. *Lima lingula* Schloß	Oberes Untertithon: Kelheim.
4. *Pecten cfr. poecilographus* Gemm. e. di Blasi.	Oberes Untertithon: Sizilien. Obertithon: Stramberg, Willamowitz. Oberes bis unteres Untertithon im Schwäb. Jura.
5. *Pecten Zitteli* Gemm. e di Blasi.	Oberes Untertithon: Sizilien.
6. *Pecten sp. cfr. cordiformis* Gemm. e. di Blasi.	Oberes Untertithon: Sizilien.
7. *Pecten tithonius* Gemm. e. di Blasi.	Obertithon: Häufig bei Stramberg und anderen mähr. Fundorten. Oberes Untertithon: Sizilien.

Von diesen Formen sprechen Nr. 2, 3, 5 und 6 für jüngstes Untertithon, weil sie bisher nur aus diesem Horizont (Sizilien, Kelheim) bekannt geworden sind. *Terebratula immanis* ist zwar im Obertithon von Stramberg (Mähren) noch häufig, steht aber in ihrer Ausbildung den junguntertithonischen Formen am nächsten. Ähnliches gilt für 4 und 7, von denen 4 auch schon im älteren Untertithon vorkommt. Darauf gestützt glaube ich meine Fauna im ganzen als untertithonisch und zwar der vorgenannten Übereinstimmungen wegen sowie gestützt auf ihre

obertithonischen Anklänge als junguntertithonisch bezeichnen zu dürfen. Zugleich sehe ich darin eine Bestätigung der grundlegenden Ergebnisse Krumbecks (74). Dieser Autor hat auch bereits die Faziesverhältnisse der junguntertithonischen Meeresbucht Nordbayerns beleuchtet und die Beziehungen zu den anderen Faziesgebieten (Kelheim, Sizilien, Mähren u. a.) gestreift. Seine biostratigraphisch wichtigsten Formen waren:

Terebratula cfr. immanis Zeuschner.
Terebratula sp. aff. cyclogonia Zeuschner.
Lima (Ctenoides) sp. nov.
Pecten cfr. poecilographus Gemm. e. di Blasi.
Pecten aff. paraphorus Boehm.
Anoyloceras sp. aff. gracilis Oppel.

Meine Hauptfundpunkte liegen auf der Hochfläche von Deckersberg-Haßlach, vor allem zwischen Dippersricht und dem Dornberg sowie im Gebiet nördlich Eismannsberg, vorwiegend auf mittlerem Malm. Die Klingenhofer Höhe, welche vorwiegend aus unterem Malm besteht, hat keine Tithonrelikte geliefert.

Noch erwähnenswert unter den Lesesteinen der Malm-Hochfläche sind einzelne Stücke offenbar alter Kalktuffe. Eines dieser Stücke lag am Rande einer Doline am Dornberg, ein anderes südlich davon gegen die Straße Dippersricht—Kucha. Es war ein dunkelbraunes, mäßig festes Gestein. Nach der Art der Fundpunkte dürfte es sich nicht um jüngere verschleppte Tuffe handeln. Bestimmbare Fossilien konnte ich nicht gewinnen. Immerhin sind diese Tuffe beachtenswert, da sie uns Fortschritte in der Datierung der Morphogenie der Frankenalb bringen können.

Streifen will ich noch einige Gesteinsreste im Albvorland. Hierher gehören einige Malmblöcke mit schrattenartigen Verwitterungsformen von ca. $1{,}0 \times 0{,}50 \times 0{,}30$ m Umfang. Sie lagern auf Lias Epsilon am Misselmannsberg bei Weigenhofen. Ferner ruht am Nordostfuße des Reuterberges an der Grenze von Dogger Alpha/Beta eine Malm-Beta-Scholle, welche zwar stark zertrümmert ist, sich aber dennoch im Schichtverband erhalten hat. Endlich kommen Sandeisensteinplatten des Doggers Beta in großer Zahl auf der Schönberger Lias-Alpha-Platte vor, sie sind deutlich windgeschliffen.

Quartär.

Da sicher datierbares Tertiär in meinem Arbeitsgebiete nicht nachweisbar scheint, gehe ich zur Darstellung der Fluß- und Windablagerungen über, die ziemlich verbreitet sind. Das Studium der Flußablagerungen wurde auf die Täler der beiden größten Flüsse des Arbeitsgebietes, der Pegnitz und der Schwarzach, beschränkt.

Pegnitztal.

Die Untersuchungen an der Pegnitz umfassen im wesentlichen den Unterlauf zwischen Hohenstadt und dem Stadtgebiet von Nürnberg. Die Festsetzung der Westgrenze ist willkürlich, dadurch beeinflußt, daß im Bereiche der Städte Nürnberg und Fürth durch menschlichen Eingriff die natürliche Bodengestaltung zum Teil stark verwischt ist; zudem ist dieses Stadtgebiet Gegenstand der geologischen Kartierung auf Grund der neuen Höhenschichtenkarte von Nürnberg im Maßstabe 1 : 10 000. Die obere Grenze ist morphologisch bedingt; es ist die Scheidelinie zwischen Unter- und Mittellauf, die voneinander ziemlich verschieden sind. Deshalb hatte sich auch Loewengart (81) auf den Pegnitz-Oberlauf beschränkt und sein Arbeitsgebiet bei Hohenstadt enden lassen. Mit Eintritt der Pegnitz in den Hersbrucker Taltrichter folgt auf den heute an bemerkenswerten Zuflüssen armen Mittellauf ein Flußgebiet mit zahlreichen Zuflüssen. Högenbach und Happurgerbach vermehren die Wasserführung sofort um 60 %. Stark verbreitert sich das Tal, überreich ist die Mäanderbildung als Folge eines verminderten Gefälles. Das Gefälle beträgt:

von	Högenbach	bis	Hersbruck	1,6	pro Mille
„	Hersbruck	„	Sittenbach	0,8	„ „
„	Sittenbach	„	Hammerbach	0,6	„ „
„	Hammerbach	„	Reichenschwand	1,7	„ „
„	Reichenschwand	„	Sandbach	1,3	„ „
„	Sandbach	„	Ottensoos	0,7	„ „
„	Ottensoos	„	Schnaittach	0,7	„ „
„	Schnaittach	„	Röttenbach	0,6	„ „
„	Röttenbach	„	Lauf Oberwöhr	0,1	„ „
„	Lauf Oberwöhr	„	„ Unterwöhr	12,0	„ „
„	„ Unterwöhr	„	Röthenbach	0,6	„ „
„	Röthenbach	„	Hammer	0,6	„ „
„	Hammer	„	Mögeldorf	0,9	„ „

Das im allgemeinen zwischen 0,6 pro Mille und 1,7 pro Mille schwankende Gefälle kann durchaus als ausgeglichen gelten; auffallend ist nur das Minimum oberhalb von Lauf mit 0,1 pro Mille sowie das anschließende Maximum von 12,0 pro Mille innerhalb der Stadt. Dieser, wie auch der in der folgenden Zahlenreihe, abweichende Wert hängt zusammen mit dem Anstehen des Burgsandsteines in der Talsohle, den der Fluß in einer ungefähr 500 m langen Rinne durchnagt.

Wie unverhältnismäßig weit das Tal im Verhältnis zu der Wasserführung des Flusses ist, zeigen die Werte für die Breite des Alluviums. Es beträgt:

von	Högenbach	bis	Hersbruck	650 m	i. Durchschn.
„	Hersbruck	„	Sittenbach	800 „	„ „
„	Sittenbach	„	Hammerbach	650 „	„ „
„	Hammerbach	„	Reichenschwand	600 „	„ „
„	Reichenschwand	„	Sandbach	500 „	„ „
„	Sandbach	„	Ottensoos	400 „	„ „
„	Ottensoos	„	Schnaittach	600 „	„ „
„	Schnaittach	„	Röttenbach	450 „	„ „
„	Röttenbach	„	Lauf Oberwehr	500 „	„ „
„	Lauf Oberwehr	„	„ Unterwehr	50 „	„ „
„	„ Unterwehr	„	Röthenbach	200 „	„ „
„	Röthenbach	„	Hammer	200 „	„ „
„	Hammer	„	Mögeldorf	300 „	„ „

Außer dem ungewöhnlichen Wert für die Flußstrecke innerhalb von Lauf ist bemerkenswert, daß sich die Breite des Alluviums flußabwärts vermindert, während die durchschnittliche Breite des Flusses selbst bei einer gleichbleibenden Tiefe von 1,50 von 12 m oberhalb Hersbruck auf 15 m unterhalb Lauf stetig zunimmt und unterhalb Lauf bis Mögeldorf bei einer mäßigen Schwankung sogar 20 m beträgt. Die Abnahme der Breite des Alluviums geht nicht allmählich vor sich, sondern unvermittelt an der Stufe von Lauf, welche also eine Scheide zwischen zwei sich verschieden verhaltenden Flußstrecken bildet.

Bei starken Niederschlägen fließen der mittleren Pegnitz, dem Högenbach und dem Happurgerbach Wildwasser zu, die große Mengen vorwiegend von Dogger- und Malmgeschieben verfrachten. Dementsprechend führen diese Bäche in ihren Betten einen überwiegenden Prozentsatz grober Geschiebe mit

sich. Schon im Unterlauf des Hammerbaches und der Schnaittach ändert sich die Geschiebeführung. Malm- und Doggersandstein sind zwar dem Einzugsgebiet entsprechend stark vertreten, aber die Geschiebegröße hat wegen der länger erfolgten Verfrachtung über das angrenzende Lias- und Keupergebiet eine stärkere Abrollung und Verkleinerung bewirkt. Von älteren Gesteinen beteiligen sich von hier ab an der Zusammensetzung der Schotter die Lias-Epsilon-Stinkkalke, gelbe, meist dunkelbraun verwitterte Lias-Gamma-Kalksteine, Arieten-Sandsteine und Rätolias.

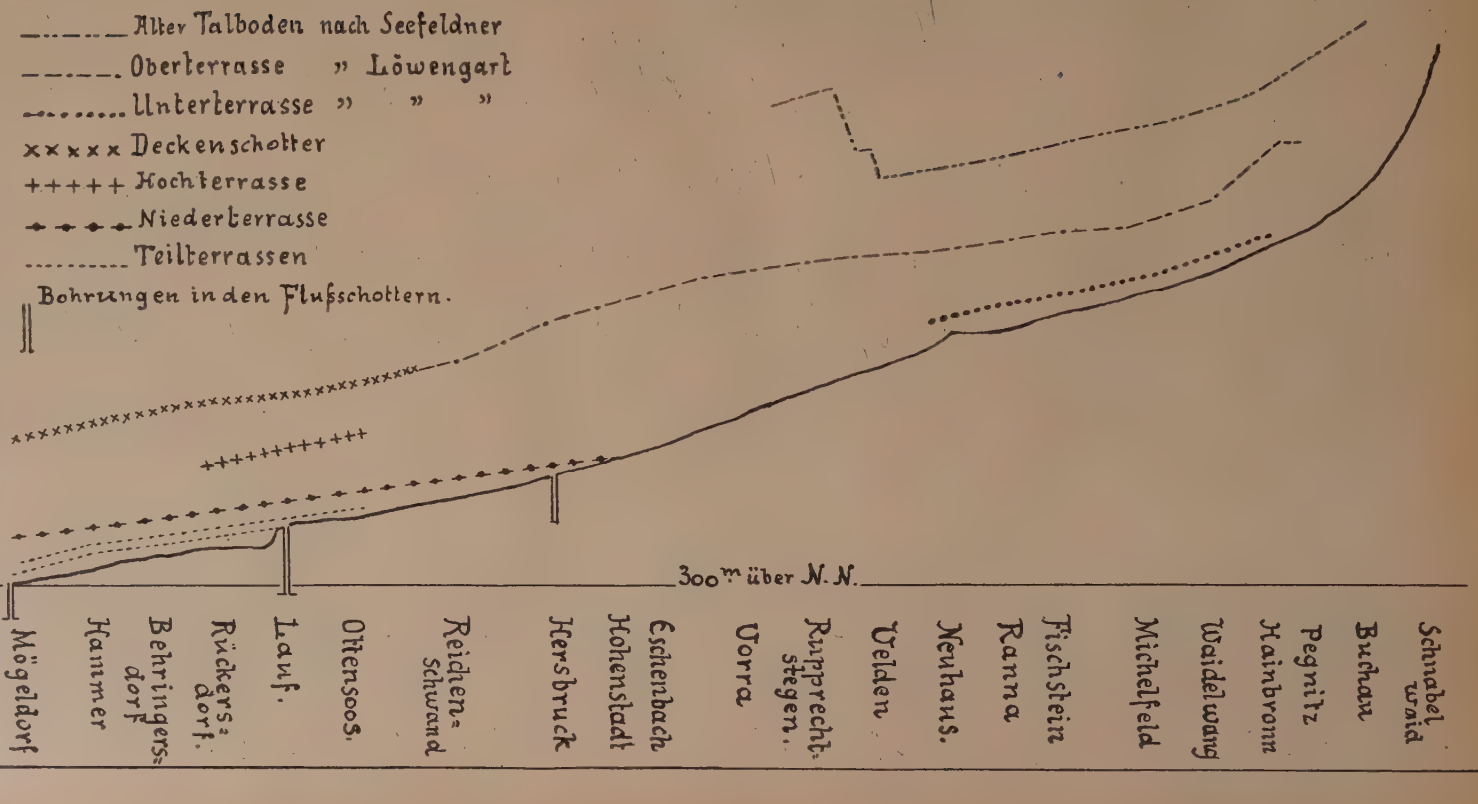
Entsprechend der abnehmenden Geröllführung der Pegnitz sind schon bei Hohenstadt-Hersbruck ihre Alluvialsedimente vorwiegend tonig, denn die Geschiebe aus überwiegend Karbonatgesteinen gehen verhältnismäßig schnell durch chemische Zersetzung in Lösung. Bei dem durchschnittlich 3 m tiefen Aushub des Reichenschwand-Hersbrucker Entwässerungskanales wurde fast nur Ton und Lehm zutage geführt: Zäh, bald blauschwarz mit Resten modernder Pflanzen, bald braunrot durch Eisenhydratgele, die vom Bergwasser aus dem gelbbraunen Sanden höherer Aufschüttungsterrassen oder aus Braunjura- oder Unterlias-Sandstein ausgelaugt werden. In diesen Lehmen war eine personenreiche, rezente Faunula enthalten. Es handelt sich lt. Bestimmungen nach dem Geyerschen Werk (**42**) um:

Succinea Pfeifferi Resm.
Succinea Calba truncatula Müller.
Paraspira leucostoma Müller.
Paraspira spirorbis L.
Pisidium amnicum Müller.

Unterhalb von Lauf hat sich die Schuttführung der Flüsse erheblich geändert. Die Juragesteine sind verschwunden, weil die Zuflüsse nur noch aus Keupersandstein und den Quartärsanden kommen. Wie stark diese abgetragen werden, läßt der Röthenbach erkennen, der, zum Teil über 20 m tief in den lockeren Sand eingeschnitten, große Mengen davon der Pegnitz zuführt und unterhalb Röthenbach ständig durch Versandung das Offenbleiben der Flußrinne gefährdet. Da ferner auch der Keupersandstein gewöhnlich schnell zu Sand zerfällt, bestehen die alluvialen Sedimente unterhalb Lauf zum größtenteil aus

Die Terrassen der Pegnitz.

M. der Längen = 600000.
der Höhen = 2500.

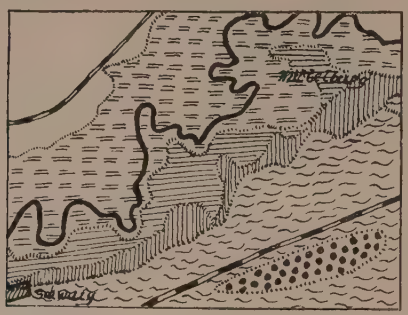


fein- bis grobkörnigen Sanden, daneben aus Tonen bezw. Lehmen als Niederschlagsprodukten der Flußtrübe.

Der mesozoische Untergrund wird von den heutigen Wasserläufen nur selten angeschnitten. So spült die Pegnitz am Ostrand von Hersbruck verkieste *Amaltheen* ans Ufer, unterhalb Ottensoos weist die Rotfärbung des Bodens auf das Anstehen des Knollenlettens hin. Der Laufer Burgsandstein wurde schon erwähnt. Dieses Gestein tritt auch weiterhin verschiedentlich unterhalb von Lauf, bei Behringersdorf und unterhalb von Rückersdorf, zutage, hier an der Grenze von etwas älteren Pegnitzablagerungen gegen die Hauptterrasse.

Vorterrassen.

Zwischen das Alluvium und die morphologisch stark ausgeprägte Niederterrasse ist eine Vorterrasse eingeschaltet, die sich in zwei Teilterrassen gliedern läßt. Zu ihrem Studium ist besonders das Flußstück von Lauf bis Nürnberg geeignet. Oberhalb vom Nürnberger Weichbild treten die Stufen zunächst am Ostbahnhof bis nach Laufamholz in Erscheinung. Aber die Querung des Tales durch die Nürnberger Wasserleitung und die damit verbundene Pegnitzregulierung hat so umfangreiche Bodenveränderungen mit sich gebracht, daß die ursprüngliche Gliederung der Talflanken zu sehr verändert wurde, um sich noch für unseren Zweck zu eignen. Aber von Mühlhof-Hammer bis Lauf zieht sich ein ununterbrochenes Band mit teilweise klarer Ausbildung beider Teilterrassen. Hin und wieder sind sie allerdings kaum trennbar, häufig werden sie wiederum als



Pegnitzterrassen zwischen Schwaig u. Mittelburg.

Oberterrasse

Niederterrasse

Teilterrasse II.

Teilterrasse I.

Alluvium

Folge menschlicher Eingriffe stark verändert. So werden in Mittelbürg, zwischen Schwaig und Röthenbach, z. Zt. umfangreiche Ausebnungsarbeiten vorgenommen, indem mit einem Teil der unteren Nebenterrasse sumpfige Wiesen und verlandete Altwässer bis über den Hochwasserspiegel aufgefüllt werden. Der zuvor sorgsam abgehobene Humus wird darüber ausgebreitet, und in kurzer Zeit entstehen ausgedehnte Felder der Nürnberger Landwirtschaftlichen Versuchsanstalt. Durch nichts wird hier kenntlich bleiben, wie weitgehend Menschenhand in die Morphologie des Talbodens eingegriffen hat.

Gut ausgeprägt zeigen sich nun die Stufen der unteren und oberen Vorterrasse bei Mühlhof, Behringersdorf, zwischen Schwaig und Röthenbach, vgl. Tafel, sowie bei Rückersdorf. Es ergaben sich folgende Höhenlagen für die

	untere Vorterrasse	obere Vorterrasse
Mühlhof	3,00 m	6,50 m
Malmsbach	3,00—3,40 m	6,00 m
Behringersdorf	3,00—3,60 m	7,50 m
Schwaig Oberh.	3,60 m	6,50 m
Röthenbach	4,00 m	7,00 m
Rückersdorf-Röthenbach	3,20—3,50 m 4,20 m	7,50 m
Ludwigshöhe	3,40 m	
Lauf-Wetzendorf	3,20—4,20 m	6,00 m

Zwar zeigt die untere Vorterrasse nicht mehr die vielen Unregelmäßigkeiten, Wellen und Furchen des Alluvialbodens, aber immerhin sind besonders dort, wo sie ausgedehnter ist, Schwankungen der Höhenlage häufig. Das ist besonders zwischen Lauf und Rückersdorf der Fall, wo sich vereinzelt über ihre durchschnittliche Höhenlage bei 4,20 bis 4,50 m eine terrassenartige Verebnung zeigt. Andererseits ist sie von alten Rinnen durchfurcht, in denen noch jetzt bei Hochwasser zäher Schlick abgesetzt wird. Abgesehen von diesen Furchen liegt diese Vorterrasse aber über den häufigen Hochwässern. Nur unmittelbar unterhalb Lauf, wo das Alluvium fast auf die Flußbreite beschränkt bleibt, werden ihre Ränder bei besonders großen Hochwässern überspült.

Die obere Vorterrasse macht einen geschlosseneren Eindruck, schon weil sie gewöhnlich von geringer Breite ist. Meist ist sie ein schmales Band, das nur bei Wetzendorf die ungewöhnliche Breite von 300 m erreicht. Stets setzt sie scharf gegen die höhere Terrasse ab; meist auch deutlich gegen die untere Vorterrasse. In sich ist sie trotz der selbstverständlichen Neigung gegen den Fluß verhältnismäßig ebenflächig.

Der bereits erwähnte Unterschied in der Beschaffenheit des heutigen Talbodens unterhalb und oberhalb von Lauf gilt zum großen Teil für die Ausbildung der Teilterrassen beider Flußstrecken. Oberhalb von Lauf bis zur Mündung des Röttenbaches auf der rechten und des Nessenbaches auf der linken Seite sind Vorterrassen kaum vorhanden. Dann zeigt sich eine deutliche niedrige Terrasse zwischen Röttenbach und Schnaittach sowie gegenüber oberhalb der Nessenbachmündung. Ihre Höhenlage über dem Pegnitzspiegel beträgt hier 5,00 m, doch steigt sie gegen den Fuß der Hauptterrasse auf 7,00 m an. 500 m oberhalb fehlt überhaupt jede Terrasse, sodaß die Knollenletten mit flacher Böschung anstehen. Talaufwärts erstreckt sich dann eine ziemlich ausgedehnte Terrasse vom Braunberg (an der Schnaittachmündung) fast 1 km weit und ebenso auf der linken Seite von Ottensoos bis Henfenfeld. Unregelmäßig in ihrer Höhenlage verschmilzt diese Terrasse bald mit dem Alluvium, bald mit der Hauptterrasse. Besonders von Sandholz aufwärts kann man dann wieder von einer Terrasse als solcher nicht mehr sprechen; Schwarzach, Sandbach und Hammerbach haben hier die Niederterrasse stark erodiert; und auch die Vorterrassen sind dadurch stark verwaschen und verschwinden überhaupt von Reichenschwand bezw. Henfenfeld aufwärts. Nach der Höhenlage und der petrographischen Zusammensetzung erscheint die Vorterrasse oberhalb von Lauf als Äquivalent der oberen Vorterrasse unterhalb von Lauf. Das Sediment der oberen und der unteren Vorterrasse unterscheidet sich nämlich dadurch, daß die untere tonreicher ist. Schon äußerlich macht sich das dadurch bemerkbar, daß nach Regenfällen die Böden der unteren Vorterrasse deutlich dunkler sind. Dementsprechend trägt diese auch Äcker, während die obere meist nur mit Föhrenwald bestanden ist. Bei Wetzendorf allerdings dient auch die obere ganz dem Feldbau. Die Sande dieser letzten

sind von denen der unteren nicht verschieden. Einen gewissen Einblick in den Aufbau der unteren Nebenterrasse gestatteten die Abtragungsarbeiten bei Unterbürg. Der Aufschluß zeigte feinkörnige und vereinzelt mittelkörnige, teils undeutlich geschichtete, teils kreuzgeschichtete Sande mit wellig eingelagerten Tonen, deren Mächtigkeit von wenigen Zentimetern bis auf 2 und 3 m steigt.

Niederterrasse (Hauptterrasse).

Die nächsthöhere Terrasse ist morphologisch sehr deutlich ausgeprägt und derart ausgedehnt, daß sie für das Pegnitzgebiet die Hauptterrasse darstellt. Ältere Arbeiten (**32**, **33**, **107**, **108**) bezeichnen sie entsprechend der Namengebung für das Regnitzgebiet (**8**, **87**) als Niederterrasse. Dementsprechend trägt sie die größte Zahl der Siedelungen, nämlich Mögeldorf, Laufamholz, Schwaig, Röthenbach und Behringersdorf zum größten Teil, ebenso Rückersdorf und Reichenschwand. Von Nürnberg flußaufwärts verlaufen auf ihr beide Eisenbahnstränge, der nördliche bis östlich Schnaittach, der südliche bis in die Gegend von Ottensoos. Dann erst lösen sie sich von ihr und lassen sie unter sich. Die Oberfläche ist flachwellig und leicht talwärts geneigt; doch übersteigen diese Höhenunterschiede selten den Betrag von 5 m. Bei Röthenbach finden sich auf ihr kleine Dünen von durchschnittlich 2 m Höhe. Der Abstand der Terrassenkante vom Pegnitzspiegel beträgt bei

Mögeldorf	15 m
Behringersdorf . . .	14 m
Röthenbach	16 m
Lauf unterhalb . . .	16 m
Lauf oberhalb . . .	10 m
Ottensoos	9 m
Henfenfeld	8 m

Von Henfenfeld aufwärts läßt sich die Terrasse morphologisch nicht mehr verfolgen. Doch erstrecken sich ihre Sande noch bis Hohenstadt.

Das Sediment ist ausgesprochen sandig und lehmfrei, stimmt aber abgesehen hiervon mit den Sanden der Vorstufen überein. Im Talabschnitt oberhalb von Lauf setzte es sich

naturgemäß aus Kreide- und Doggersand zusammen; von Reichenschwand beginnt es im Durchschnitt gröber zu werden, weil von hier ab das grobkörnigkiesige Material des Rätolias und Keupers die Hauptrolle spielt. So zeigen besonders die Sandgruben von Behringersdorf mittel- bis grobkörnige Sande, deren teilweise Herkunft aus dem benachbarten Burgsandsteinen unverkennbar ist. Außerdem sind Einlagerungen von hellen Malmkalksteinen und Kieselknollen des Malms und der Albüberdeckung spärlich, aber überall anzutreffen.

Höhere Terrassen.

Über der Hauptterrasse sind noch ältere Flußablagerungen erhalten, die in der heimatkundlichen Literatur (**32, 33, 107, 108**) als Hochterrasse bezeichnet werden. Gut sind sie auf dem rechten Ufer vom Rande des Nürnberger Weichbildes talaufwärts zu untersuchen, wo sie einer Reihe gleichhoher Blasensandsteinrücken aufgelagert sind, nämlich dem Eichelberg, der Steinplatte, dem Platners- und Rechenberg, die alle eine Decke aus Sanden und groben Geröllen tragen. Erst westlich des Dutzendteiches, wo sich wieder eine isolierte Blasensandsteinkuppe im Hasenbuck erhebt, finden sich die gleichen Schotter wieder und stellen das Bindeglied dar zu den Reichelsdorfer Schottern auf den Höhen um Königshof und Weiherhaus. Pegnitzaufwärts lagern die Schotter südlich der Pegnitz auf der kleinen Anhöhe 337 unmittelbar südlich der Eisenbahn zwischen Schwaig und Röthenbach, ebenso zwischen Lauf und Nessenbach auf der Höhe 352 und bei Hersbruck unweit von Weiher; zuletzt nördlich der Pegnitz auf dem Lenzenbühl nördlich des Bahnhofes Schnaittach. In diesem Zusammenhang verdienen noch die hochgelegenen Sand- und Sittenbachschotter westlich Henfenfeld bezw. Altensittenbach sowie am Sendelbach zwischen Sendelbach und Rüblanden Erwähnung. Weiter aufwärts wurden keine Pegnitzschotter mehr beobachtet; selbst auf Schichtstufen von entsprechender Höhenlage fehlen sie. Die petrographischen Unterschiede zwischen diesen Schottern und den jüngeren Pegnitzablagerungen sind groß, weil neben Sand zum großen Teil grobe Gerölle von Ei- bis über Faustgröße vorkommen. Zumeist sind es helle, weiße bis braune, sehr harte poröse Hornsteine, identisch mit denen auf der Albhoch-

fläche, zum Teil quarzitische Sandsteine, welche ebenfalls aus der Albüberdeckung stammen. Vom Fehlen von Lyditgeröllen abgesehen, weichen im Gesamteindruck die Schotter wenig von denen bei Reichelsdorf ab, welche Krumbeck (**79**, 78) petrographisch beschrieben hat. Abweichend in der Zusammensetzung sind die Schotter des Hammerbaches, da in ihnen faustgroße Malmgerölle den überwiegenden Anteil stellen.

Die Höhe der Vorkommen beträgt

zwischen Nürnberg und Behringersdorf	48—45 m	über d. Pegnitz
bei Röthenbach	27 m	„ „ „
bei Lauf	28 m	„ „ „
bei Schnaittach-Bahnhof	26 m	„ „ „
die Schotter des Hammerbaches bei Henfenfeld	50—40 m	„ „ „
bei Hersbruck-Weiher	25 m	„ „ „

So spärlich diese Reste älterer Pegnitzablagerungen und so wenig petrographisch verschieden die einzelnen Vorkommen sind, so zeigen die Höhenzahlen doch eine deutliche Zweigliederung in ein Schotterlager von rund 27 m und von 45 bis 50 m über der Pegnitz. Bereits Krumbeck (**79**, 80) hat das letztere mit Vorbehalt seinem Regnitz-Deckenschotter gleichgestellt und das paläogeographisch wesentliche Fehlen der Lyditgerölle betont. Diese Anschauung besteht zweifellos zu Recht. Auch die tieferen Schotter lagern bis auf das Vorkommen bei Weiher auf vereinzelt aufragenden Kuppen. Ihr Schottermaterial stammt wahrscheinlich aus der Abtragung des Deckenschotters, was ich schon aus der erwähnten petrographischen Gleichheit glaube folgern zu dürfen.

So ergibt sich für die Terrassen des unteren Pegnitztales eine Gliederung in

I. Erste Vorterrasse	3— 4 m	über d. Pegnitz
II. Zweite Vorterrasse	6—7,5 m	„ „ „
III. Nieder-(Haupt-)Terrasse	9—15 m	„ „ „
IV. Hochterrasse (untere Schotter)	26—28 m	„ „ „
V. Deckenschotter (obere Schotter)	45—50 m	„ „ „

Eine bisher noch nicht berührte und schwer beantwortbare Frage ist die nach der größten Tiefe der diluvialen Pegnitzerosion bezw. nach dem Maße und Tempo der späteren Aufschotterung. Einige in dieser Hinsicht wichtige Zahlen ent-

stammen den Angaben des Stadtbauamtes Hersbruck, des Tiefbauamtes der Stadt Nürnberg sowie den reichen Erfahrungen der Bohrfirma Schropp in Nürnberg. Eine zum Zwecke der Hersbrucker Wasserversorgung niedergebrachte Bohrung durchsank vom Pegnitzspiegel abwärts bis zum Lias noch rund 15 m fluviatile Ablagerungen, eine andere zur Deckung des Wasserbedarfes des Hersbrucker Bürgerbräus, die dem Talrand nähersteht, durchteufte bis zum Anstehenden nur 11 m. In Lauf steht nördlich des Flusses Keuper an, südlich dagegen ist nicht nur die Niederterrasse weit ausgebreitet, sondern hier ist auch eine beträchtliche Aufschüttung nachweisbar. Längs der Eisenbahnlinie stehen hier 3 Brunnenbohrungen mit 22 m, 21 und 23,5 m Teufe; keine von ihnen erreichte das Anstehende. Angesetzt sind sie auf der Niederterrasse, die sich über das Alluvium oberhalb von Lauf um 9 m, über die rezente Pegnitz unterhalb der Stadt um 16 m erhebt. Während die heutige Pegnitz diesen Gefällunterschied in stark geneigter Burgsandsteinrinne überwindet, ist 400 m südlich eine bedeutend tiefer reichende Ausfüllung bezw. eine wesentlich stärkere Erosion vor der Akkumulation zu erkennen.

Hier dürfte die Lösung für das sonst unverständliche innerhalb Lauf befindliche Stück des Pegnitzlaufes liegen. Als die Pegnitz nach der Auffüllung der Talfurche durch die Niederterrasse erneut zu erodieren begann, schnitt sie beim Mäandrieren seitlich mehrmals das alte Ufer an, wo heute, streckenweise von den Sanden der Niederterrasse überdeckt, der Burgsandstein zutage tritt. In Lauf war sie, besonders weit vom Sohlentiefsten ihres alten Erosionslaufes entfernt, beim Einschneiden auf den Burgsandstein gestoßen. Ehe sie noch von diesem seitlich abgleiten konnte, hatte sich das Wasser auf dem nicht allzu widerstandsfähigen Sandstein schon eine Rinne eingenagt, der seitdem der Fluß zwangsläufig folgen muß.

Da sich aber der Fluß in diesen Felssporn nicht so schnell einsenken konnte wie in die lockeren Auffüllungsmassen, entstand allmählich der merkwürdige doppelte Gefälleknick und eine, auf diese Schwelle bezogene, örtliche Erosionsbasis für das oberhalb anschließende Talstück.

Weiter flußabwärts bei Malmsbach liegt das Anstehende 6—7 m unter dem heutigen Talboden. Gelegentlich der Brücken-

erweiterung beim Pegnitzeinfluß in die alte Stadt von Nürnberg erreichte von 12 zwischen 7 und 11 m Teufe stehenden Bohrlöchern keines den zu erwartenden Blasensandstein. Er wurde allerdings wenig unterhalb an der Insel Schütt und am Henkersteg bei 5,5 und 7 m erreicht; bei Muggenhof stießen nebeneinander liegende 11 Bohrungen bei 8—9 m auf Keupersandstein.

Ein tatsächliches Maß für die Mächtigkeit der Aufschüttung können diese Zahlen kaum bedeuten; das vermögen nur viele systematisch von Talrand zu Talrand durchgeführte Bohrprofile zu liefern. Immerhin geben sie uns aber gewisse Anhaltspunkte. Die Bohrprofile zeigen sämtlich zwar stark wechselnde Schichtung, aber völlige Einheitlichkeit des Sedimentes: weiße bis braune, fein- bis grobkörnige Sande, schwarzblaue, grünliche und graue Lehme, häufig mit Pflanzenresten und Muscheltrümmern. Das Liegendste besteht überall aus gröberem Schotter; zum größten Teil sind es dichte Kieselgesteine und quarzitische Sandsteine aus dem Bereiche der Albüberdeckung. Allgemein gleichen die Schotter denen der Hochterrasse. Bei Hersbruck haben sie eine Mächtigkeit von 3 m, im Nürnberger Stadtgebiet von 1,5 bis 2 m. Für die Talgeschichte sind diese tiefstgelegenen Schotter fesselnd, zumal da sie anscheinend einen durchgehenden Horizont bilden. Ihr petrographischer Charakter weist auf Decken- oder Hochterrassenschotter, was aber für ihr Altersverhältnis zu diesen an sich belangslos ist, sodaß eine Parallelisierung und damit eine Festlegung der Zeit größter Austiefung unmöglich ist.

Schwarzachtal.

Wie an der Pegnitz, so zeigt sich auch hier die Bedeutung der den Talhang aufbauenden Schichten für die Erhaltung der Terrassen. Von Gnadenberg abwärts stehen noch Opalinumschichten an, anschließend Liastone. Der Rätolias macht sich in der Hangbildung von Rasch bis Prackenfels wenig geltend, und bei Grünsberg sind es schon wieder Tone, die Knollenletten, welche bis unterhalb Pattenhofen den Talhang in seinem unteren flußnahen Teil bilden. Zahlreiche kleinere Bäche fließen in zum Teil engen Schluchten der Schwarzach zu; noch größer ist die Zahl der kleinsten Rinnsale, die überall zutage treten und nicht allein erodierend wirken, sondern die kolloidreichen Tonböden durchfeuchten und zum Bodenfließen oder auch zu

Schlipfen führen. Deshalb ist die Vorbedingung für eine Erhaltung der Terrasse denkbar ungünstig, und erst von Fröschau abwärts finden wir sie bis Schwarzenbruck zusammenhängend im Bereich der Keupersandsteine entwickelt.

Das heutige Sediment besteht aus Sanden und groben Geröllen, die vorwiegend von Lias-Kalken und Rätolias-, Lias- und Doggersandsteinen gebildet werden. Das Alluvium ist kiesig bis tonig und entlang der tiefeingeschnittenen Flußrinne häufig aufgeschlossen. Seine Mächtigkeit über dem Schwarzachspiegel ist neuzeitlich durch Stauwerke zur Ausnützung der Wasserkraft stark beeinflußt, beträgt aber, wo solche Änderungen nicht stattgefunden haben, 3—4 m. Infolge der Steilheit der Hänge zeitigt jedes Hochwasser starke Verwüstungen und Abschwemmungen.

Eine erste Terrasse ist unterhalb Ochenbruck besonders gut auf der linken Seite ausgeprägt; ihre Höhe beträgt 5,0 bis 6,0 m über der Schwarzach.

Eine zweite ausgedehntere Terrasse bildet den Baugrund für den größten Teil von Ochenbruck und erstreckt sich noch östlich, wo die Straße Ochenbruck–Burgthann ein kurzes Stück auf ihr verläuft. Ihre Höhenlage beträgt 9–12 m über der Schwarzach.

Die nächstfolgende Hauptterrasse des Schwarzachtales bildet den Untergrund für den größten Teil von Schwarzenbruck und gewinnt besonders von hier aus abwärts weite Verbreitung. Bei Ochenbruck trägt sie den Bahnhof; in Westen ist sie bei Pattenhofen aufgeschlossen und selbst bei Grünsberg und Prackenfels entwickelt. Ihre Höhe beträgt 20—23 m über der Schwarzach.

Schließlich ist eine Schotterung mit Dogger-, Lias- und Keupermaterial südlich von Schwarzenbruck bei 27—33 m in beträchtlicher Ausdehnung zu verfolgen.

An der Schwarzach zeigt sich also eine ähnliche Gliederung wie an der Pegnitz, nur mit dem Unterschiede, daß die Höhenabstände größer sind.

I.	Erste Vorterrasse	5— 6 m über der Schwarzach
II.	Zweite Vorterrasse	9—12 m „ „ „
III.	Haupt-(Nieder)-Terrasse	20—23 m „ „ „
IV.	Schotter-(Hoch)- „	27—33 m „ „ „

Äquivalente der oberen Schotter (V) an der Pegnitz fehlen.

In paläogeographischer Hinsicht läßt die Zusammensetzung der Schotter an der Pegnitz und Schwarzach erkennen, daß das Einzugsgebiet stets im Bereiche des Juras lag. Soweit aber in den Pegnitzschottern stark- bis völlig-gerundete Fremdquarze auftreten, handelt es sich offensichtlich um umgelagertes Material des Urpegnitzschotters. Lediglich bezüglich der Korngröße der Fluß-Sedimente tritt ein beachtenswerter Unterschied zutage: Die gröbere Gerölleserie des Pegnitzdeckenschotters und der Hochterrasse einerseits, das sandige Material der niederen Terrassen anderseits. Das beweist für die älteren Sedimente eine größere Transportkraft, entweder höheres Gefälle oder größere Wasserführung; darüber hinaus für die Pegnitz, daß sie große Mengen albüberdeckender Gesteine verfrachtete. Die groben Schotter stammen also aus einer Zeit weniger fortgeschrittener Verkarstung, als die Hochfläche noch von einem engmaschigen Gewässernetz überzogen wurde. Das gilt besonders für den Pegnitzdeckenschotter, während für die Schotter der Hochterrasse wie für die im Untergrunde des Tales die Möglichkeit einer Umlagerung älterer Schotter wesentlich berücksichtigt werden muß. Die tieferen Terrassen verdanken einer deutlich erkennbaren großen Aufschotterung bei allgemein geringer Transportkraft des Flusses ihre Entstehung.

Die Niederterrasse ist eine ausgesprochene Aufschüttungsterrasse; daß sie seitlich mit zunehmender Entfernung vom Fluß in eine Erosionsterrasse übergeben kann, daß diese Art an der Schwarzach sogar überwiegt, wurde schon gesagt. Sind auch die Vorterrassen selbstständige Neuaufschüttungen nach jeweils voraufgegangener Ausräumung oder nicht? Die nahe Verwandschaft ihres Sedimentsmaterials mit dem der Niederterrasse könnte keinerlei Beweisführung stützen. Aber die Kompliziertheit der Vorgänge von wechselnder Ausräumung und Auffüllung bei abnehmender Intensität kann kaum angenommen werden. Offenbar handelt es sich um Erosionsterrassen im Rahmen einer großen voraufgegangenen Aufschüttung. Wie sich diese im Laufe der Zeit vollzog, entzieht sich vollkommen der Beobachtung. Jedenfalls waren es tektonische Vorgänge, welche sie verursachte. Inwieweit es sich dabei um großräumige Kippbewegungen (**83**) handelt oder nur um lokale

Senkungen (**72**), ist sehr hypothetisch und bedarf jedenfalls noch der Beweisführung durch eingehende Untersuchungen der Zuflüsse der Rednitz-Regnitz und ihrer Ablagerungen.

Ohne größere Schwierigkeiten lassen sich die Terrassen der Pegnitz denen der Regnitz gleichstellen, die Blankenhorn (**8**) und Neumeister (**87**) bearbeiteten, und welche von Krumbeck (**79**) gemeinsam mit seinen Untersuchungen der Rednitzterrassen dargestellt wurden. Am weitestgehenden ist die Übereinstimmung der Niederterrasse, da sie in größter Ausdehnung und morphologisch deutlich ausgeprägt beide Flüsse lückenlos begleitet. Auch ihre Höhenlage über dem Alluvium ist im wesentlichen der an der Regnitz gleich, indem sie nur unbedeutend zwischen 9 und 12 m schwankt. Bei den Talbodenresten, die Neumeister, in einer Höhenlage von 6—8 m über dem Regnitzspiegel gelegen, je nachdem zur Vorstufe oder zur Niederterrasse gestellt hat, handelt es sich wahrscheinlich um Äquivalente der oberen Pegnitz-Vorterrasse.

Wie die Pegnitzablagerungen im wesentlichen die gleichen Züge tragen, wie die der Regnitz, so dürften die Schwarzachterrassen eine den Rednitzterrassen entsprechende Gliederung besitzen. Krumbeck hat, abgesehen von seinem Deckenschotter, für die jüngeren Rednitzterrassen zwischen Pleinfeld und Schwabach folgende vorläufige Einteilung getroffen:

I.	Niederterrasse etwa	5—10 m über d. Rednitz.
II.	Mittel-(Haupt-)Terrasse etwa	20 „ „ „ „
III.	Hochterrasse etwa	30 „ „ „ „

Auch das Verhältnis der Rednitz- zu den Regnitzterrassen ist unschwer zu klären, da die so ausgeprägte Regnitzniederterrasse mit großer Gleichmäßigkeit sich flußaufwärts erstreckt. Eine Begehung schaltet jeden Zweifel aus, daß sie der Rednitzmittelterrasse Krumbecks gleichzustellen ist. Überdies entsprechen auch die Höhenlagen des Deckenschotters und der Hochterrasse einander. Im ganzen ergeben sich folgende Zusammenhänge:

Rezat/Rednitz	Schwarzach	Regnitz	Pegnitz Unterlauf
Deckenschotter 55—65 m	— —	Deckenschotter 40—50 m	Deckenschotter 40—50 m
Hochterrasse etwa 30 m	Hochterrasse 27—33 m	Hochterrasse 25—30 m	Hochterrasse 25—27 m
Mittelterrasse (Hauptterrasse) etwa 20 m	Niederterrasse (Hauptterrasse) 20—23 m	Niederterrasse (Hauptterrasse) 9—12 m	Niederterrasse (Hauptterrasse) 8—15 m
Niederterrasse 5—10 m	ob. Vorterrasse 9—12 m	ob. Vorterrasse? 6—8 m	ob. Vorterrasse 6—7,5 m
nicht ausgeschieden	unt. Vorterrasse 5—6 m	unt. Vorterrasse? 3—4 m (6—8 m?)	unt. Vorterrasse 3—4 m

Die Frage nach der Altersstellung der Terrassen ist sehr schwierig und wurde von Krebs und Lehmann (**72**), von Loewengart (**83**) und Krumbeck (**79**) erörtert. Wichtig für die Altersstellung des Deckenschotters ist seine von diesen Autoren betonte gesetzmäßige Unterlagerung durch die am Rezat- und Rednitztal vorkommenden obermiozänen (obervindebonen) Süßwasserkalksteine. Während Krebs und Lehmann sowie Wagner und neuerdings Krumbeck ein postobermiozänes Alter ableiten und begründen, insbesondere Krumbeck sich für ein altdiluviales (jungpliozänes?) ausspricht, glaubt Loewengart ein vorvindebones Alter ableiten zu können. Für die jüngeren Terrassen fehlen feste Anhaltspunkte in Gestalt von Versteinerungsfunden. Feststeht auf Grund der Untersuchungen von Krumbeck (**79**), daß die Aufschüttung jünger ist als die Flußumkehr in der Urmain-(Rednitz-Regnitz-)Furche, da schon der Deckenschotter dem Rheinsystem zuzuzählen ist und die in ihm enthaltenen Urmaingerölle deutlich Spuren von Rückbeförderung zeigen.

Schwieriger als im Bereich des Regnitzbeckens ist die Gleichsetzung der Terrassen an der unteren mit denen der oberen Pegnitz. Diese wurden, wie schon erwähnt, durch Loewengart bearbeitet. Reck (**100**), Seefeldner (**115**) und Krumbeck (**79**) lieferten zu ihrer Kenntnis wesentliche Beiträge. Eine Arbeit Herrs (**58**) ist zwar reich an guten Beobachtungen, aber bereits in den Voraussetzungen zu den von ihm gezogenen Schlüssen so abwegig, daß ihre Benutzung kaum in Frage kommt.

Loewengart untersuchte den von Seefeldner zuerst beschriebenen Talboden, dessen Erhaltung und Schotterführung

von Krumbeck eingehend dargestellt wurde. Beide kamen, ähnlich wie theoretisch schon Reck, zum Ergebnis, daß das Einzugsgebiet bis in das alte Gebirge gereicht hat. Nur soweit der alte Flußlauf im Dolomit liegt, ist er erhalten. Für seine Höhenlage gibt Krumbeck folgende Zahlen:

bei	Pegnitz	etwa	50—70	m	über Tal
„	Hammerbühl	„	50—60	„	„ „
„	Nasnitz-Pferrach	„	50	„	„ „
„	Krottensee	„	45	„	„ „
„	Engelthal-Velden	„	50—60	„	„ „
„	Lungsdorf	„	80	„	„ „
„	Rupprechtstegen	„	90	„	„ „
„	Vorra	„	100	„	„ „

In dieser Aufzählung sind jene tiefgelegenen Vorkommen von Urschottern im Bereich der Veldensteiner Mulde weggelassen, die nach Loewengart den Beweis junger Tektonik erbringen, nach Meinung Krumbecks ihrer heutigen Höhenlage nach jüngeren Pegnitzschottern entsprechen.

Unterhalb des Urtalbodens hat Loewengart vor allem zwei tiefere Terrassen ausgeschieden. Die obere Terrasse liegt zwischen 20 und 30 m über der heutigen Pegnitz wie die folgende Zusammenstellung zeigt:

bei	Pegnitz	30	m
„	Weidelwang	24	„
„	Michelfeld	20	„
„	Fischstein	29	„
„	Mosenberg	32	„
„	Rothenbruck	32	„
„	Artelshofen	48	„

Die untere Terrasse tritt in einzelnen Terrassenstücken von sehr verschiedener Höhenlage auf, die Loewengart folgendermaßen angibt:

bei	Ranna	6—7	m
„	Hammerschrot	8	„
„	Neuhaus	10	„
„	Rothenbruck	10	„

Nördlich Fischstein schwanken diese Werte zwischen 3 und 5 m. Alle Autoren erwähnen die Dislozierung des alten

Talbodens, welcher wahrscheinlich mit der für altoligozän gehaltenen Hauptfaltung der Juratafel in Beziehung steht. Nach Loewengart haben tektonische Vorgänge auch die Bildung der tieferen Terrassen beeinflußt. Nicht allein die Aufschotterung bei Neuhaus unter dem heutigen Flusse beweist eine Absenkung unter sein Normalprofil, sondern auch in den Höhenzahlen der Oberterrasse scheint sich eine zur Muldenmitte zunehmende Senkung widerzuspiegeln. Aus der verschiedenen Höhenlage der Unterterrasse eine so lebhafte Kleintektonik ableiten zu wollen, wie Loewengart es tut, erscheint mir sehr gewagt. Dafür sind ihre Formen doch zu verwaschen, ihre Höhenunterschiede zu gering; und ebenso geht es zu weit, in jedem Gefällsknick die Wirkung einer jungen Störung zu sehen, zumal da in der Veldensteiner Senke der Flußuntergrund große Gesteinsunterschiede aufweist, woran die häufigen Durchragungen der Kreideausfüllung (Sandsteine, Sandtone, Tone) durch Malmdolomit schuld haben. Trotz der im allgemeinen reifen Talformen muß schon dies ein unausgeglichenes Gefälle zur Folge haben. Die Flußschnellen aber im Dolomitgebiet von Neuhaus bis Rupprechtstegen sind Gefällsschwankungen, wie sie jedem jungreifen Flusse eigen sind, zumal da der Dolomit, abweichend von Loewengarts Meinung, recht erhebliche Härteunterschiede aufweist. Außerdem verursachen infolge der Steilheit der Talhänge mehrfach Bergstürze das Vorhandensein von Schnellen. Für das mittlere bis obere Pegnitztal besteht folgende Gliederung:

Urpegnitztalboden (kräftig disloziert)	45—100	m ü. d. Pegnitz
Oberterrasse (schwach disloziert?)	30—50	„ „ „ „
Unterterrasse	3?—8—10	„ „ „ „

Was die Gleichsetzung dieser Terrassen mit denen der unteren Pegnitz betrifft, so verschwindet die im Nürnberger Talkessel so wichtige Niederterrasse bei Hersbruck, und zwischen dort und Artelshofen trennt ein ziemlich langes terrassenloses Talstück die zwei terrassenführenden Abschnitte Es ist das der Bereich des seichten Karstes mit der ihm eigenen mittelbaren Abtragung. Gerade in diesem Falle, wo die unterlagernden Schichten nur von geringer Widerstandsfähigkeit sind, war sie besonders stark und mußte zur Vernichtung aller fluviatilen Ablagerungen führen. Außer dieser Lücke bereitet auch

die verschiedene Schotterführung der beiderseitigen Terrassen Schwierigkeiten. Soweit sie gut erhalten sind, das ist im Bereiche der Veldensteiner Senke und bei der Stadt Pegnitz, führen sie neben Malmschotter Schotter aus Doggersandstein- und Kreidesandstein-Zusammensetzung. Es sind dieses wenig charakteristische Schotter, welche, abgesehen von den Eisenkieselschwarten, nicht geeignet sind, einem längeren Transport standzuhalten. Dem Einzugsgebiet entsprechend fehlen hier die großen Kieselgerölle, welche die Schotter am Unterlauf der Pegnitz auszeichnen. So bleibt in diesem Falle zum Vergleich der Terrassen nur das Charakteristikum der Höhenlage. Auch in dieser Hinsicht stoßen wir noch auf Schwierigkeiten. Im allgemeinen kann man bei einer stetigen Kurve, z. B. einer Gefällskurve, aus einem Kurventeil heraus ihren weiteren Verlauf mit großer Annäherung angeben. Die Terrassenprofile zeigen aber immerhin so starke tektonische Störungen, daß eine einwandfreie Parallelisierung auf Grund der Höhenlage nicht möglich ist.

Auf der Suche nach talaufwärts gelegenen Äquivalenten des Deckenschotters erhebt sich die Frage, ob Urtalboden oder Oberterrasse ihm entsprechen. Nun steht aber der alte Talboden, wie Krumbeck (**79**, 56—57, vgl. auch **83**) dargelegt hat, mit seinen Schottern in gewissem Zusammenhang mit dem morphologisch und petrographisch verwandten Urmainschotter, der zweifellos alttertiär ist und noch aus der Zeit der Nordsüdentwässerung stammt, daher also viel älter ist als der Deckenschotter. Es bliebe also nur die Möglichkeit einer Parallelisierung des Deckenschotters mit der Oberterrasse. Bei einer Fortsetzung der durch die Vorkommen an der unteren Pegnitz gegebenen Gefällskurve geht diese in Loewengarts Artelshofener Terrasse über und führt in sinngemäßer Fortsetzung auf die erst bei Neuhaus deutlich werdende Oberterrasse. Gelegentlich seiner Identifizierung der Artelshofener Terrasse mit der Oberterrasse wies Loewengart darauf hin, daß im Zwischengebiet zwar Terrassen fehlen, aber in entsprechender Höhe Hängetäler in das Pegnitztal einmünden. Ähnlich wie zur Zeit der Urpegnitz hat demnach noch zur Oberterrassenzeit ein engmaschigeres Talnetz als heute auf der Alb bestanden, in dem ein großer Teil der Jura- und Kreiderelikten dem Haupttal zugeführt wurde.

Noch unzureichender muß eine Gleichstellung der Unterterrasse mit einer der Terrassen an der unteren Pegnitz ausfallen. Während die Oberterrasse im ganzen Flußgebiet sich ausgeprägt hat, fehlen solche Anhaltspunkte für die Unterterrasse. Es ist möglich, daß es sich um eine lokal beschränkte Erscheinung handelt, folgt doch dem Verbreitungsgebiet des Veldensteiner Sandsteines flußabwärts der viel härtere Dolomit, der für das obere Flußgebiet eine nur langsam absinkende lokale Erosionsbasis gebildet hat. Er dämpft die vom Unterlauf ausgehenden Erosionsimpulse so stark, daß es möglich ist, daß der Fluß oberhalb bereits bezw. noch im Zustande der Seitenerosion war, unterhalb dagegen in fortgesetzter Tiefenerosion begriffen sein mochte. Unter diesen Umständen ist es wenig sicher, eine Parallelisierung der Unterterrasse beispielsweise mit der Hochterrasse vorzunehmen.

Zwei Probleme sind noch kurz zu berühren, obwohl sie weit vor die Entstehungszeit der Terrassen meines Arbeitsgebietes fallen: die ursprüngliche Nordsüdentwässerung und im Zusammenhang damit das Pegnitzknie bei Hohenstadt. Die zu einer hypothetischen Urdonau führenden Nordsüdentwässerung ist für Nordbayern nach Krumbeck (**79**, 35—37) erstens in den Urtalböden und entsprechenden Hochschottern, zweitens in noch älteren höher gelegenen spärlichen Schottern auf der Albhochfläche zu erkennen. Die Urpegnitz bereits bog bei Hohenstadt entsprechend dem heutigen Lauf westwärts ab. Das bestätigen auch die Untersuchungen Loewengarts (**83**, 58), der im Förrenbachtal einen entsprechend hochgelegenen Talboden beobachtete, der ein mit dem heutigen Bach gleichsinniges Gefälle aufweist. In die ältere Zeit der Entwässerung zur Urdonau gehören vielleicht die Hochflächenschotter von Heldmannsberg und an der Houbirg.

Zu einer anderen Lösung des Problems der ältesten Entwässerung kommt R. Seemann (**116**, 142). Er verweist auf die Senke zwischen der Hohenwürz und den Hartensteiner Bergen, die sich bei Krottensee vom Pegnitztal trennt. Sie läßt sich fast ununterbrochen über Eschenfelden-Reinbach zum Vilstal bei Sulzbach verfolgen, und die Ansicht, daß es sich hier um einen Urfluß handelt, sucht R. Seemann durch die hochliegenden Schotter von Eschenfelden zu stützen. Nun ist

die Gesteinsstreuung bei Eschenfelden ungewöhnlich stark, aber es handelt sich nur um Jurahornsteine und um Kreidesandsteine wechselnder Fazies, welche nach ihrer petrographischen Beschaffenheit sowie nach dem Maß ihrer Rundung auf ein räumlich beschränktes Einzugsgebiet hinweisen. Vor allem fehlen die Fremdgerölle, welche ebenso wie die Ablagerungen der Urpegnitz auch die Sedimente ihrer möglicherweise vorhandenen Vorläufer auszeichnen müßten.

Die Entstehung des heutigen Pegnitzlaufes und damit des Hohenstädter Knies erklärt Seemann durch Anzapfung seines Urflusses bei Neuhaus durch eine von Süden vordringende Pegnitz, ferner bei Reinbach durch den Högenbach. Loewengart glaubt an eine Anzapfung und dadurch bewirkte rechtwinkelige Ablenkung bei Hohenstadt. Ganz unwahrscheinlich ist die Ansicht Seefeldners (**115**), der an ein Westwärtsabgleiten der Pegnitz von seiner Poppbergantiklinale im Verlaufe der jugendlichen Verbiegungen glaubt. Diese Theorien sind kaum beweisbar. Jedenfalls ist das Pegnitzknie bei Hohenstadt sehr alt, wesentlich älter als die Pegnitzanzapfung durch den roten Main oder die der Sulz durch die vordere Schwarzach, auf die Schmidt (**111**, 111) hinweist. Das Pegnitzknie steht in keinem Zusammenhang mit dem Kampf um die Wasserscheide zwischen Donau und Rhein.

Flugsande und Dünen.

Weiter verbreitet als die Flußsande sind windverfrachtete Sande, die nicht nur im Albvorlande, sondern auch auf der Albhochfläche ausgebreitet sind. Oft bilden sie nur eine dünne Decke oder liegen wie ein feiner Schleier den Böden des Anstehenden auf, häufig aber wird ihre Mächtigkeit bedeutend und verhüllt völlig den mesozoischen Untergrund. Dann findet sich auf den Böden der Amaltheen- und Opalinumtone die an den Keuper erinnernde Sandflora mit vorherrschender Kiefer. Solche Wälder erstrecken sich südöstlich von Henfenfeld auf Lias Alpha bis Delta, nördlich von Heimendorf, östlich von Diepersdorf, nördlich von Leinburg auf Lias Delta bis Dogger Alpha. Stark mit Flugsand überweht sind die Fluren von Heidelbach bis Entenberg. Aber erst südlich Heidelbach beginnt das große Flugsandgebiet, das sich nach Westen in die

Gegend von Birnthon und Brunn erstreckt, also fast das gesamte Einzugsgebiet des Röthenbaches umfaßt. Es ist eine weite flache Senke, im Osten begrenzt vom Albrand und den benachbarten Zeugenbergen, im Süden überhöht von der Altdorfer Liastafel, im Westen umsäumt von den Keuperhöhen bei Birnthon-Brunn, nur längs des Röthenbaches gegen das Pegnitztal geöffnet. Von Röthenbach (bei Altdorf) erstrecken sich die Sande ostwärts und lagern in größerer Mächtigkeit den Höhen auf, die, von Opalinumton gebildet, den Raschbach auf der Westseite begleiten. Die Liastafel von Altdorf selbst ist im allgemeinen frei von bedeutenderen Flugsandanhäufungen. Daß dies früher anders war, bezeugen die Schuttkegel an den Ausgängen der rechtsseitigen Zuflüsse der Schwarzach, bauen sie sich doch, von den Terrassensanden deutlich trennbar, aus windgerundetem Körnermaterial auf, das Liassandstein-, Liaskalkstein- und Toneisensteinbrocken einschließt. Dagegen finden sich größere Flugsandmassen im Röthenbacher Holz, zwischen Ludersheim und Altdorf, bei Weinhof und westlich Burgthann in einer die Vegetation bestimmenden Mächtigkeit. Entlang dem Westrande des Altdorfer Liaslandes liegen sie häufig auf Knollenletten, greifen aber auch auf die Arietenverebnung bei Nimberg, Altenthann, Penzenhofen, Winkelhaid bis gegen Birnthon über. Auf der Alb beteiligen sie sich im Gegensatz zu dem Dünengebiet östlich und südöstlich Neumarkt nur im bescheidenem Maße an der Zusammensetzung der Böden. Leicht erkennbar ist der Flugsand nur dort, wo auf Äckern oder in kleinen Abflußgräben neben den Feldwegen durch fließendes Niederschlagswasser eine Schlemmung stattgefunden hat. Während der Flugsand, wo er massenhaft auftritt, den Boden wesentlich verschlechtert, kann er auch bodenverbessernd wirken. So eignen sich die kalten, nassen Böden der Amaltheen- und Opaliumtone an sich nicht zum Ackerbau und tragen deshalb zumeist Wiesen. Bei mäßiger Vermengung mit Flugsand werden sie jedoch durch landwirtschaftliche Bearbeitung erfolgreich gelockert und für den Ackerbau geeignet. Die Unebenheit des Untergrundes und Ungleichheit der Anwehung bedingen eine stark schwankende Mächtigkeit der Flugsande. Am bedeutendsten ist sie im Röthenbachgebiet, begleiten doch bis 20 m hohe, von Sanden gebildete Talhänge den Bach in seinem Unter- und Mittellauf; ebenso

tief sind seine Zuflüsse eingesenkt. Nachdem der Röthenbach bei Ungelstetten den Rätolias hinter sich gelassen hat, tritt anstehender Keuper unter diesen Umständen nur noch selten an seinen Hängen zutage. Häufig nähert sich die Böschung dem für Sand maximalen Böschungswinkel. Durch Windverwehung, Herabrieseln, Abschwemmung und Rutschungen werden besonders an den häufigen vegetationsarmen Stellen immer neue Sandmassen dem Bachbett zugeführt. Deshalb entfaltet der Röthenbach eine außerordentliche Beförderungstätigkeit, zumal da sein Gefälle mit durchschnittlich 8,8 pro Mille selbst das der Jurazuflüsse mit alleiniger Ausnahme des Sittenbaches übertrifft. Nun bietet allerdings die Höhe der sandigen Talhänge keinen Maßstab für die Mächtigkeit der Flugsandüberdeckung im allgemeinen, kann man doch im Gebiet der Salzlecke häufig beobachten, daß schon 20 bis 100 m von der Talkante entfernt veränderte Vegetation das Anstehen wassertragender Burgsandsteintone verrät. Ebenso wenig kann z. B. die Tiefe des Ursprungtales ein Maßstab der gewöhnlichen Sandmächtigkeit sein, das übrigens auch durch seine ungewöhnlich starke Quelle geologisch fesselt. „In einem zirkusartigen, über 20 m tief ausgewaschenen Kessel dieser Sandebene bricht sie plötzlich in der beträchtlichen Stärke von 100 Sek.-Lit. mit einer ziemlich konstanten Temperatur von 9,45° und nur geringen Mengen mineralischer Bestandteile zu Tag.“ (**51**, 388). Mitten in der Öde weiter Föhrenwälder liegt hier oasenartig eine Stelle üppiger Vegetation mit hohen Fichten, Tannen, Buchen, Kastanien, Holunder und zahlreichen wuchernden Gartenpflanzen. Nach den auf Bohrungen gestützten Angaben Thiemes (**128**) lagern in der Nähe dieses Tales ziemlich gleichmäßig bis zu 18 m mächtige Flugsande. v. Gümbel, der dieses Tal untersuchte, als noch nicht die Sammelbehälter der Wasserleitung Quelle und Talboden bedeckten, erwähnt auf der Sohle Verwitterungsschutt aus dem Jura.

Die Morphologie des durch die Sande verhüllten mesozoischen Untergrundes lassen die Täler ebenso erkennen, wie solche unverkennbare Spuren auch im Waldgebiet zwischen den Talläufen bemerkbar werden. Bei Diepersdorf-Leinburg liegt die Lias-Alpha$_3$-Verebnung bei 400 bis 405 m, südöstlich von Leinburg sinkt sie auf rund 380 m. Zwischen Heiligenmühle und

Ursprung entspricht ihr die Geländestufe von 390 bis 400 m, die weiter südlich Höhen von 402 und 406 m und bei Ungelstetten 417 m erreicht. In der südlichen Wolfsgrube entspricht das Ansteigen der Dünenkämme und Dünentäler nach Osten deutlich dem Anstieg der verdeckten Amaltheentone. Im Randgebiet unseres Sandmeeres, d. h. am Fuße der Alb, machen sich diese Tone durch üppige Vegetation und kleine Hochmoore bemerkbar. Auch zwei kleine Weiher, der untere und der obere Egelsee, verdanken den Tonen des Untergrundes ihre Entstehung. Beide Weiher sind oberirdisch abflußlos; ebenso versiegen bei Ernhofen die Quellwässer, und der starke Weißenbrunner Bach bringt nur in niederschlagsreichen Jahren seine Wasser dem Heidelbach zu. Aber im Röthenbachtal, im Kranichgraben, vor allem im Ursprung, treten sie als Grundwasser zutage, auffällig weich im Vergleich zu den sonst auf Knollenletten entspringenden Quellen, teils weil das Wasser beim Durchfließen des Sandfilters einen Teil des Kalkgehaltes verliert, teils weil ihnen das versitzende Niederschlagswasser aus dem Sande unmittelbar zusickert.

Unter den Flugsanden liegt also eine Landoberfläche, reich gegliedert durch Schichtstufen und Bachtäler gleich dem sonstigen Albvorland. In verhältnismäßig junger Zeit wurde sie von einer ausgedehnten Sanddecke begraben. Im Gebiete der Wolfsgrube und des Fichtachs kam es zur bedeutendsten Anhäufung von Dünen innerhalb des Nürnberger Reichswaldes (vgl. Karte S. 171).

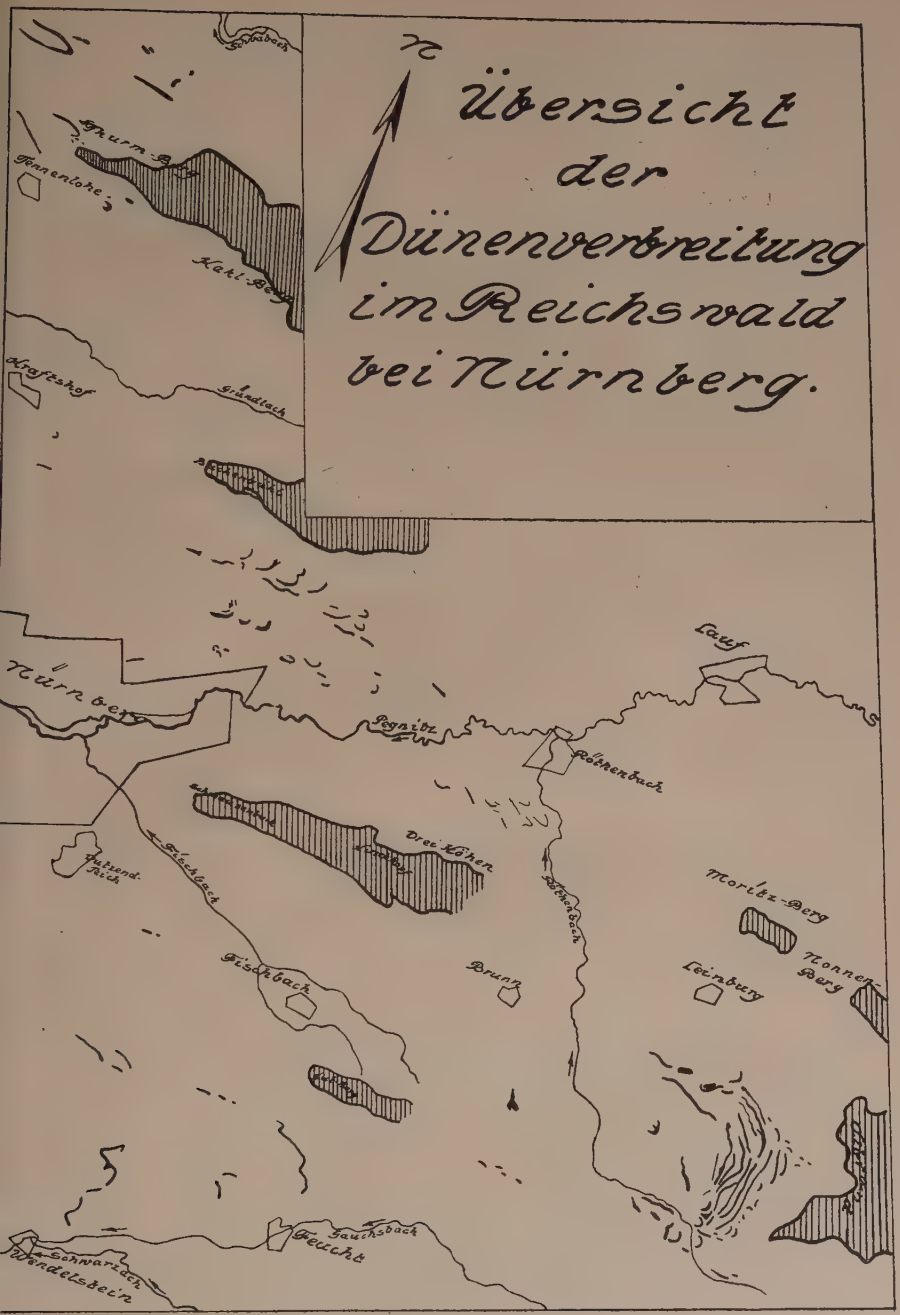
Bau und Gestalt der Dünen können über die Richtung der sie erzeugenden Winde Aufschluß geben. Eine Voraussetzung aber ist notwendig: eine verhältnismäßig ebene Unterlage. „Der Grundriß der Dünen hängt aufs engste mit den kleinsten Einzelheiten der Bodengestaltung zusammen. Bei der Entwicklung der Dünen wirkt jeder auf dem Wege befindliche Baum, jeder Busch, jede noch so geringe Unebenheit des Bodens usw. ein. Eine noch größere Mannigfaltigkeit erzeugt der Zusammenstoß und die Vereinigung benachbarter Dünen, sowie der Wechsel der Ruhe- und Bewegungsperiode.“ (**120**, 86). So ist es erklärlich, daß in großen Teilen des Flugsandgebietes die Dünen überhaupt kaum oder doch nur in wenig charakteristischer Form zur Ausbildung gekommen sind.

Zwischen Leinburg, Brunn und Ungelstetten sind zwar zahlreiche niedrige Sandhügel vorhanden, beachtenswerte Dünen dagegen nicht. Solche flache Haufendünen kommen überall im Verbreitungsgebiet des Flugsandes vereinzelt vor. Häufig sind sie nördlich der Pegnitz im Sebalder Forst bei Erlenstegen.

Nächst den Haufendünen sind die Strichdünen am meisten verbreitet. Oft begegnet man ihnen bei Röthenbach (Altdorf) und im Fichtach. Bei Röthenbach (a. d. Pegnitz) sind es niedrige Sandrippen, im Durchschnitt bis zu 2 m hoch, beiderseits gleichmäßig flach geböscht. Bei Röthenbach-Ungelstetten streichen sie westöstlich, ebenso im Sebalder Forst, südlich des Buchenbühles, während die in der Umgebung von Röthenbach (a. d. P.) sich nordwestlich bis südöstlich erstrecken. Wie die Längsdünen, teilweise in Verbindung mit Haufendünen, aus diesen hervorgegangen zu sein scheinen, so treten sie auch eng benachbart mit Bogendünen auf.

Einige Bogendünen und zwar Parabeldünen liegen bei Röthenbach (bei Altdorf), die schönsten aber ziehen durch den Sebalder Wald südlich des Buchenbühles. Ihre Erstreckung ist gleich der der erwähnten Längsdünen. In der Gegend von Röthenbach (bei Altdorf) ist die flache konkave Luvseite nach Westen, die steilkonvexe Leeseite nach Osten gerichtete. Die niedrigen Dünen nahe der Pegnitz streichen nordwest-südöstlich, während die des Sebalder Waldes wiederum westöstlich gerichtet sind. Diese haben jedoch insoferne eine Besonderheit, als gegen das Ostende der Düne auf der Konvexseite unausgeglichene Böschungswinkel auftreten, indem das Maximum der Böschung nicht, wie zu erwarten, im Osten liegt, sondern südöstlich abgelenkt ist. Diese Erscheinung ist auch bei den benachbarten Strichdünen zu bemerken. Barchane fehlen im Untersuchungsgebiet.

Beschränkt auf das große, geschlossene Dünengebiet der Wolfsgrube sind die Walldünen, die dort in großer Zahl und guter Erhaltung auftreten. Bis zu sechs deutliche Züge liegen hintereinander, von denen sich die höchsten bis zu 15 m erheben, die längste sich 2 km in nordsüdlicher Richtung verfolgen läßt. Ihre Luvseite hat den geringen Neigungswinkel von 4° bis 7°, selten von 12°; auch die Leeböschung erscheint verhältnismäßig gering mit maximal 20—23° geböscht. Im


Übersicht
der
Dünenverbreitung
im Reichswald
bei Nürnberg.
N
Tennenlohe
Kraftshof
Gründlach
Nürnberg
Pegnitz
Lauf
Röthenbach
Drei Höhen
Fischbach
Moritz-Berg
Nonnen-Berg
Leinburg
Brunn
Gauchsbach
Feucht
Schwarzach
Wendelstein

Osten endet dieses Gebiet nicht mit einer geschlossenen Walldüne; dem letzten Dünenzug sind vielmehr meist unregelmäßige Dünen vorgelagert. Kurze Längsdünen erstrecken sich den steiler werdenden Albrand aufwärts bis in die Nähe der Dogger-Alpha-Beta-Grenze.

Trockenklima ist eine Vorbedingung für die Dünenbildung, und die Parabeldünen, vielfach als Charakterformen solcher Gebiete betrachtet, in denen Flugsand und Vegetation um die Herrschaft ringen, scheinen auch hier unter diesen Umständen entstanden zu sein. In den wenig vorhandenen Aufschlüssen (bei Weißenbrunn und Willitsleiten) zeigen die betreffenden Dünen einen oder zwei durchgehende Streifen humusschwarzen Sandes, unter ihnen eine etwa 15 cm mächtige Bleichungszone und noch tiefer gelben Dünensand. Das sind Zeichen von Ruhepausen im Wandern der Dünen, in denen sie sich mit Vegetation bedeckten.

Aus der übereinstimmenden Richtung der Strich- und Parabeldünen geht hervor, daß die Dünen von West- und Nordwestwinden aufgeschüttet worden sind. Daß hier der Albrand und seine windstauende Wirkung ein wesentlicher Faktor war, geht nicht nur ganz allgemein aus der Anhäufung von Flugsanden fast am ganzen Westfuße der Frankenalb und ihrer Liasvorstufe (**79**, 115 Anm.) hervor, sondern unverkennbar im Kleinen auch aus der Nordsüdrichtung der Querdünen der Wolfsgrube. Diese Bedeutung des Albrandes äußert sich auch in dem parallelen Verlauf der Querdünen, von denen die längsten und höchsten in einem Abstand von 1—2 km vor der Alb liegen. Auch östlich Altdorf findet sich in dieser Zone das Maximum der Sandanhäufung.

Das Herkunftsgebiet des Sandes ist unter diesen Umständen leicht zu ermitteln. Bereits v. Gümbel (**51**, 388) nennt das Keupergebiet Heimat der Sande. Auch Schmidt (**111**, 72) erkannte in den Neumarkter Dünen windgesichteten Keupersand und pflichtet Schwarz (**114**) insofern bei, als er in den Sanden auf der Albhochfläche umgelagerten Dogger-Beta-Sand erkennen zu können glaubt. Die Dünen im Keupergebiet selbst bestehen vollständig aus dem Verwitterungsprodukt von Keupersandstein. Der Farbe nach sind sie vom Verwitterungsboden nicht zu unterscheiden, auch in der Korngröße gleichen sie ihm.

Solche Flugsande enthalten sowohl große Bestandteile wie feinstaubiges Material (vgl. Tabelle Nr. 2). Das nächste Stadium der Windaufbereitung sind Sande (vgl. Tab. Nr. 3), denen die gröbsten wie die feinsten Bestandteile im wesentlichen fehlen; die groben sind zurückgeblieben, die feinen sind weiterfortgeblasen, und je weiter ostwärts die Flugsande lagern, desto feiner werden die die Hauptmasse bildenden Quarzkörner. Im Kaarholz, östlich Altdorf, sind sie am feinsten, und nicht weniger als rund 52 % besitzen einen Durchmesser unter 0,8 mm. Trotz gelegentlicher Beimengung von Doggersandeisensteingeröll im Flugsand an einigen Stellen entlang dem Albrande, wo lebhafte Abspülung tätig war, tritt das Doggersandsteinmaterial zurück. Das geht schon aus der sehr geringen Korngröße des Doggersandsteins hervor (S. 45 und Tab. Nr. 1 und Nr. 12). Schmidt überschätzt die Beteiligung von Dogger-Beta-Verwitterungsstoff an der Zusammensetzung der Höhensande von Neumarkt ganz erheblich (vgl. Tab. Nr. 14 und 15), der wesentlich gröber ist, und nur, wo er unmittelbar auf Dogger Beta lagert, mit ihm gemengt wird und dadurch nach Korngröße und Farbe doggersandstein-ähnlich werden kann. Auch die Korngestalt erlaubt eine klare Trennung der verschiedenen Sande. Die Flugsande sind vorwiegend stark bis vollständig gerundet und erscheinen im Lichtreflex matt, aber nie glänzend wie Flußsande und nie auch nur entfernt so scharfkantig wie das Material des Doggersandsteines.

Eine genaue Altersbestimmung der Dünen war im Gebiete des Nürnberger Reichswaldes nicht durchführbar, schon weil es mir nicht möglich war, in den faziell gleichartigen Flugsanden verschiedene Phasen der Dünenbildung auseinander zu halten, wie es in Norddeutschland oder in Hessen geschehen ist. Die Tatsache, daß der Niederterrasse bei Röthenbach und Ottensoos Dünen aufsitzen, beweist zwar, daß dort die Flugsand- bezw. Dünenbildung jünger ist als die Niederterrasse; eine Frage für sich ist es aber, ob diese Erfahrung allgemeine Gültigkeit hat. Ein gewisser Maßstab für das Alter der Dünen ist vielleicht ihre verhältnismäßig geringe Verwitterung. Der Verwitterungsgrad ist abhängig von den atmospärischen Einflüssen. Diese waren vor dem Albrand nicht geringer als in Norddeutschland. So beträgt heute die jährliche Niederschlagsmenge im

Walldünengebiet der Wolfsgrube 700—800 mm, in den norddeutschen Dünengebieten fast durchgehend 600 mm. Während aber die Dünen Norddeutschlands zum Teil viel stärker verwittert sind, handelt es sich hier ausgesprochen um Braundünen. Für jugendliches Alter käme möglicherweise auch das Vorhandensein der vorn beschriebenen starken Flugsandfüllung im Röthenbachgebiet in Betracht, weil sie unter der Annahme weit zurückliegender Entstehung angesichts des starken Erosionsgefälles des Röthenbaches vermutlich schon lange ausgeräumt wäre. Eine Klärung des Alters werden aber erst umfassendere Bearbeitungen der fränkischen Flugsande und Löße schaffen können.

Kalktuffe.

Unter den jungen Ablagerungen im Juragebiet sind Quell- und Bachtuffe weit verbreitet. Räumlich ist ihre Ausdehnung natürlich beschränkt, weil sie an bestimmte Quellhorizonte gebunden sind. Am häufigsten wurden sie von den Ornaten-Alternansquellen abgeschieden, die überhaupt die bedeutendsten Tuffbildner in der Alb sind.

Ein derartiges Vorkommen liegt unterhalb von Hinterhaßlach im oberen Kainsbachtal und bildet eine waldfreie Gehängestufe, die üppigen Wiesen- und Mooswuchs aufweist. Im Hammerbachtal kommt Tuffbildung in den obersten Quellverästelungen oberhalb von Kucha vor; am größten ist das gleichfalls waldfreie Lager südlich der Straße Kucha-Dippersricht. Es bedingt eine bedeutende Verbreiterung der von Gras und Moospolstern bedeckten Ornatenterrasse, die von stark verästelten Rinnsalen überzogen ist. Die Tuffe bei Weißenbrunn treten morphologisch wenig in Erscheinung. Gleichmäßig wie der übrige Hang, sind sie ebenfalls von Buchenwald bestanden. Von Tuff unterlagert sind zwar die Wiesen am Gehänge westlich Raschbach, aber Aufschlüsse fehlen. Dagegen wurden ausgedehnte Vorkommen am Nordhange des Riedener Tales durch neue Straßenbauten in steilen Wänden bis zu 4 m Höhe aufgeschlossen. Dem Tuff lagern größere Mengen abgeglittener Tone des oberen Doggers auf, und zum Teil ist er von den bis 4 m mächtigen Schuttmassen eines Bergrutsches bedeckt. Am verbreitesten sind die Gehängetuffe im Eismannsberger Tal.

Bergstürze und Tuffe überkleiden die Talhänge unterhalb der Ornaten-Alternansquellen von Eismannsberg bis zur Ehratsmühle auf beiden Talseiten. Zum größten Teil treten die Tuffe morphologisch nicht in Erscheinung, da sie meist von Buchenwald bestanden sind. Sie reichen bis zum Talgrund und verschmelzen unterhalb der Ehratsmühle zu einem mächtigen waldbestandenen Taltufflager. In dieses ist der Traunfelder Bach kräftig eingeschnitten.

Das Albvorland ist im allgemeinen frei von Tuffbildungen. Um so bemerkenswerter sind die Quelltuffe der Knollenletten-Rätoliasgrenze an der Schwarzach. Das eine Vorkommen liegt an der Sophienquelle bei Grünsberg. Es ist wenig aufgeschlossen, zeigt aber am Auslauf des Forellenweihers eine sehr schöne Bildung von Falltuff. Er hat 2 m Höhe, während die ehemalige Wasserrinne bis zu 0,5 m eingetieft ist; heute steht der Tuffblock infolge Verlegung des Ausflusses trocken und frei da. Im ganzen ist das Tufflager nur mäßig groß, und die auffallende, als „Sandäcker" bezeichnete Terrasse zwischen der Quelle und Grünsberg ist nicht durch Tuffe gebildet, sondern ein Rest der Schwarzach-Niederterrasse. Ein zweites Vorkommen von Tuff liegt in der Nähe an der Förrersmühle, südlich der Schwarzach. Es ist nicht aufgeschlossen, von Buchenwald bestanden und wenig augenfällig.

In petrographischer Hinsicht stimmen die Tuffe mit den schon beschriebenen der Fränkischen Alb und des Schwäbischen Juras überein. Insbesondere findet die Beschreibung Burgers (**15**) in ihrem ganzen Umfange für unsere Tuffe Anwendung. Die Tuffe sind bröckelig und erdigweich, luckig-porös, dicht und schalig im Bruch, traubig-nierenförmig, stalagmiten-ähnlich, teilweise auch von beträchtlicher Härte. Häufig werden sie als Baumaterial für Häuser benutzt. Sie sind infolge ihrer Porosität warm, trocken und luftig und deshalb sehr geschätzt. Auch ausgesprochen klastische Tuffe kommen vor. Schichtung ist kaum vorhanden.

So wenig wie diese Tuffe petrographisch scharf trennbar sind, sind sie es in genetischer Hinsicht. Primäre Tuffbildung in Verbindung mit Algen, Moosen, Binsen, Hölzern u. a. m., sekundäre Tuffe durch chemische Lösung und Neuausscheidung in Form von Kalksinterbildung oder durch mechanische Zer-

trümmerung, Abrollung und Umlagerung entstandene Gerölltuffe wechseln ständig miteinander ab.

Unter den Tuffgeröllen treten eigenartige kugel- bis eiförmige Gebilde auf von Erbsen- bis Nußgröße, welche Burger (**15**) als Erbstuffe bezeichnet und beschrieben hat. Sie zeigen hier die gleichen Erscheinungen wie im Echaztal. Im Dünnschliff sind sie konzentrisch schalig, die Schalen sind dünn, etwas dunkler und dichter als die Zwischenlagen. Der Kalk ist amorph, und nur selten treten ohne erkennbare Richtung winzige Calcitkristalle auf. Organismen waren in ihm nicht zu erkennen. Was das Auftreten von Erbstuff hier fesselnd macht, ist die Tatsache, daß es sich um rezente Bildungen handelt. Auf dem Boden der sich zwischen Gras und Moospolstern hinschlängelnden Rinnsale der Tuffe bei Kucha, ebenso in den Wasseradern der Vorkommen bei Eismannsberg und Wappeltshofen liegen sie in Menge. Langsam werden sie im fließenden Wasser hangabwärts gerollt, bis sie an Stellen geringerer Strömung zur Ruhe kommen, angehäuft oder gar im Verlauf weiterer Tuffbildung eingebettet werden. Es handelt sich hier keineswegs um Bildungen, die freischwebend im Strudel eines Wasserfalles entstanden sind (**121**, 324).

Da die Aufschlüsse in den Kalktuffen nur flach sind und im hangenden Teil liegen, beschränkt sich der Fossilinhalt meist nur auf rezente Gastropodenarten. In den mächtigen Lagern von Oberrieden sammelte und bestimmte F. Heller vor mehreren Jahren zahlreiche Versteinerungen, deren Ergebnisse er mir bereitwilligst zur Verfügung stellte. Durch Formen aus eigenen Aufsammlungen ergänzt, umfaßt die Fauna auf Grund der Bestimmungen nach dem Geyer'schen Werk (**42**):

Rätinella nitens Mich., *Vitrea crystallina* Müll., *Zonitoides nitidens* Müll., *Euconulus trochiformis* Mont., *Goniodiscus ruderatus* Müll., *Goniodiscus rotendatus* Stud., *Punctumpygmaeum* Drap., *Eulota fruticum* Müll., *Fruticicola sericea* Drap., *Arianta arbistorum* Lim., *Isognostoma* Gmel., *Vallonia costata* Müll., *Acanthinula aculeata* Müll., *Sphyradium edentula* Drap., *Ena montana* Drap., *Cionella lubrica* Müll., *Krychium Minimum* Müll., *Radix ovata* Drap.

Alle diese Arten sind heute noch verbreitet; lediglich *Goniodiscus ruderatus* Müll., der in der Schwäbischen Alb ausgestorben ist und auch in der Fränkischen Alb zu fehlen scheint, dürfte im Verein mit der bedeutenden Mächtigkeit des Vorkommens auf sein altalluviales Alter schließen lassen.

Wie rasch die rezente Tuffbildung voranschreitet, zeigt besonders anschaulich die Sophienquelle bei Grünsberg. Vor ungefähr 150 Jahren wurden Quellfassung und Weiher geschaffen, vor mehreren Jahren der Ausfluß verlegt, und in dieser verhältnismäßig kurzen Zwischenzeit wurde der über 2 m hohe Kalktuffkegel gebildet. Auch Ihering (**64**) erwähnt eine auffällige Tuffbildung am Rande eines Brunnentroges, die in drei Jahren 19—23 mm betrug. Ob das Einschneiden der Bäche in die Taltuffe wie bei der Ehratsmühle oder außerhalb des Untersuchungsgebietes in den Taltravertinen an der Griesmühle bei Rupprechtstegen oder im Wiesentgebiete, wo Nölp (**88**) es dargestellt hat, den Rückschluß zuläßt, daß es das Ende eines allgemein klimatologisch bedingten Optimums der Tuffbildung bedeutet, bleibt dahingestellt. Noch weniger erlaubt diese Tatsache den Nachweis einer postglacialen Periode (**88**), die die Tuffbildung unterbrochen hätte, wiewohl man wie in Nordeuropa so auch bei uns mit starken Schwankungen der Bildungsintensität rechnen muß.

Tektonik.

Lagerung.

Bei tektonischen Untersuchungen gewinnt man den Eindruck, daß unser Juratafelland ein stark zertrümmertes Schollenland ist. Während bedeutende Störungen ganz fehlen, begegnet man kleinen Schichtenverrückungen ungemein häufig. Meistens aber erkennt man sie nur an einem Punkte; nur selten sind sie linienhaft zu verfolgen, weil die betreffenden Sprunghöhen gering und die Aufschlüsse selten sind. Noch am besten sind sie in den festen, horizontbeständigen Platten des unteren Lias, des Lias Epsilon und entlang der Malmmauer zu verfolgen. Bezogen wurden die Beobachtungsergebnisse auf die Unterkante des Arietensandsteins. Dieser ist, wie schon erwähnt, häufig aufgeschlossen, und zudem ist die Unter-Liasverebnung gut verfolgbar. Ein zweiter derartiger Leithorizont ist der gering-

mächtige Lias Epsilon, welches durch die widerstandsfähige Folge von Kalkbänken ausgezeichnet ist. Der dritte, der obere Dogger, lieferte weniger genaue Ergebnisse, weil seine Unterkante häufig von Malmschutt oder Kalktuff verhüllt ist. (Im folgenden benutze ich die Abkürzungen Lu = unterer Lias, Lo = oberer Lias, Dβ = Dogger Beta, Do = oberer Dogger). Wenn auch die Bezugnahme auf die Unterkante des Arietensandsteins mit möglichst großer Genauigkeit angestrebt wurde, so war es doch nicht zu vermeiden, daß den Messungen Verebnungsflächen dieser Horizonte und damit keine scharfen Schichtgrenzen zugrunde lagen; damit war eine, wenn auch geringfügige, Fehlerquelle gegeben. Die größte Schwierigkeit für meine Untersuchungen lag im Fehlen von Höhenschichtenkarten großen Maßstabes. Infolgedessen mußten die wichtigen Punkte erst eingemessen werden. Dieses geschah mit Hilfe von Horizontalglasnivellements, welche an die Festpunkte der Karte 1 : 50000 angeschlossen wurden. Zwar waren damit neue Fehlerquellen gegeben, aber immerhin dürfte die Fehlergrenze von ± 5 m kaum überschritten werden. Soweit Lu nicht mehr aufgeschlossen war, ergab sich seine Höhenlage rechnerisch durch Abzug der Mächtigkeiten des bis zum nächst jüngeren tektonischen Leithorizont folgenden Schichtenstoßes. Für das gesamte Gebiet ergab sich die Beziehung Lu = Lo — 40 m = Do — 170 m. Es sind ähnliche Umrechnungswerte, wie sie Schmidt (**111**, 78) in der Umgebung von Neumarkt fand und verwertete.

Die höchste Lage besitzen die Schichten im Südwesten, die tiefste im Nordosten des Arbeitsgebietes. Der Höhenunterschied beträgt für gleichalterige Gesteine 135 m. Bei Burgthann, südwestlich Altenthann und westlich vom Bahnhof Winkelhaid liegt die Lias/Rätoliasgrenze in einer Höhe von 434 bis 430 m. Ungefähr von dem Punkt 436 bei Altenthann fallen die Schichten sowohl nach Norden als nach Südosten ein, denn bei Altenthann liegt Lu fast um 10 m tiefer. Auch die Burgthann erscheint bei 10 – 15 m Höhenunterschied deutlich tiefer. Ebenso sinken die Schichten von westlich Burgthann sowohl gegen den Ort als auch gegen den Donau-Main-Kanal südlich von Rübleinshof ab, wo sie bei 415 m in ungefährer Höhe des Kanalwasserspiegels liegen. Noch dort, wo der Kanal das kleine Tal öst-

lich von Gugelhof kreuzt, lagern sie auf gleicher Höhe. Schon bei Schwarzenbach aber hat der Kanal bei stets gleicher Meereshöhe Lu tief unter sich gelassen. Die gleichen Verhältnisse finden sich auf der Nordseite des Schwarzenbachtales. Während sich nämlich Lu östlich von Gibitzenhof bei 415 m hält und bis 500 m westlich Schwarzenbach um nur 5 m einfällt, liegt er in Schwarzenbach bei 397, und entlang der Straße, die von Schwarzenbach westlich aufwärts zu den Feldern auf Lu bei 415 m führt, sieht man bei 410 m den Arietensandstein am Hang heraustreten.

So deutlich hier eine Störung erkennbar ist, die Hoffnung, sie im Schwarzachtal 2—2,5 km nordwärts wiederzufinden, wird enttäuscht. Gleichmäßig fallen im Schwarzachtal die Schichten ein; Lu liegt bei Wellersberg auf 429 m, bei Grünsberg auf 412 m, an der Prethalmühle bei 403 m, sinkt dann etwas stärker, aber gleichmäßig bis auf 380 m bei Rasch ab. Richtung und Lage der Streichlinien (vgl. tektonische Skizze) ergeben sich aus der Höhenlag evon Lias-Epsilon südlich von Rasch gegen Gspannberg und Reisberg. Mit südwestlichem Verlauf umfassen sie den Dogger-Beta-Zug des Reisberges. Der Verlauf der 400 m-Linie wurde festgelegt durch das Ausstreichen von Lu an den Felsenkellern am Lenzenberg (400 m), von Lo westlich Dörlbach (440 m) und von Lu bei Schwarzenbach; die 380 m Streichlinie durch Lu bei Rasch (380 m), Lo am Ochsengraben (420 m). Am Rascherberg errechnet sich aus Lo = 395 m Lu zu 355 m. Vom Höhepunkt 440 m bis zum Punkt 407 m am Mühlberg bei Rasch läßt sich das Einfallen der Epsilonstufenfläche erkennen.

Über den Verlauf der Streichlinien nördlich der Schwarzach gibt eine Reihe von Zahlenwerten Aufschluß, die entlang dem Westrand des Altdorfer Liasgebietes von südwestlich Ungelstetten bis Unterwillitsleithen gewonnen wurde und vom Ernhofener Berg ostwärts durch die Höhenlagen von Do ihre Fortsetzung findet. Um den Bahnhof Winkelhaid und westlich davon lagert Lu bei 430 m, sinkt bei Ludersheim auf 422 m, liegt südlich von Röthenbach bei 415 m, welche Höhe westlich Altdorf Lo mit 455 m entspricht. Bei Röthenbach erreicht Lu 405 m und bei Willitsleithen 388 m, einer Höhe von Lo = 423 m auf den Feldern westlich der Straße zwischen Unterwillitsleithen

und dem Reichswald entsprechend. Bei Punkt 427,9 m am Feuchtenbühl nördlich von Altdorf tritt Lias-Epsilon zum letztenmal in Erscheinung. Nur spärliche Aufschlüsse zeigen sein

Einfallen im Bette des von Altdorf gegen Hagenhausen fließenden kleinen Baches.

Östlich vom Ernhofener Berg stützt sich die Berechnung, wie erwähnt, auf die Höhenlage von Do. Am Ernhofener Berg selbst ergab sich Do = 535 m (Lu = 365 m), bei Hegnenberg Do = 532 m (Lu = 362 m), und stark einfallend erreichte Do bei Pühlheim 505 m, bei Raschbach Westhang 501 m, bei Raschbach Osthang 498 m, am Rehberg 500 m, am Fürberg 496 m. Etwas höher liegt der westliche Teil der Stöckelsberger Platte, am Stöckelsberg 505 m, bei Stöckelsberg-Ort westlich 510 m. Fast wagrecht streicht Do bis Röhrenberg mit Do = 500 m. Auch im Eismannsberger Tal fallen die Schichten nur langsam talaufwärts ein; dabei sind die Werte für Do auf der Südseite, vom Stöckelsberg bis Klingenberg (südlich Eismannsberg) etwas höher als auf der Nordseite; für den Stöckelsberg, wie schon erwähnt, 505 m, Klingenberg 503 m, Häuselstein 493 m; auf der Nordseite: Fürberg 495 m, Eckenberg 495 m, Eismannsberg 498 m. Ganz ungewöhnlich ist gegenüber dem Einfallen im Röhrenberger und Eismannsberger Tal das Ostfallen der Schichten in dem kurzen Oberriedener Tal von Do bei 500 m am Rehberg auf 490 m bis 485 m in Oberrieden. Leider tritt Do auf der Zwischenstrecke nirgends zutage, weil sich die Schutthalden von Malm-Beta-Brüchen bis weit auf den Dogger-Beta erstrecken. Weder nordwärts noch südwärts findet sich Do in entsprechend tiefer Lage wie bei Oberrieden.

Am Rande der Klingenhofener Platte läßt Do nur geringe Höhenschwankungen erkennen. Er lagert in Sandricht bei 536 m, nördlich Weißenbrunn bei 538 m, südlich Entenberg bei 540 m, am Buchenbergsattel bei 534 m. Von Buchenberg südlich, gegen Klingenhof, sinken die Schichten auf 525 m, nördlich Klingenhof auf 515 m am Keilbergsattel und Keilbergosthang. Ähnlich wie auf der Ernhofener Höhe verhält sich das Schichtfallen am Buchenberg. Am Buchenbergsattel liegt Do bei 534 m, am Buchenberg-Nonnenbergsattel bei 535 m, am Nonnenberg-Nordosthang bei 534 m. Im Talkessel von Kucha sind kaum Höhenunterschiede feststellbar. Wie am Keilberg liegt Do südlich Püscheldorf bei 515 m, an der Straße Kucha-Traunfeld bei 516 m, am Asselberg nördlich Oberndorf bei 510 m. Östlich Offenhausen vermindern sich die Höhenwerte wieder. An der Straße nach Prosberg liegt Do bei 505 m, im Breitenbrunner Tal fällt es so stark ein, daß bei Punkt 481 südöstlich

Breitenbrunn die Parkinsonienschichten anstehen. Auch im Kruppachtal macht sich eine Störung bemerkbar. In Prosberg liegt Do bei 505 m, südlich Kruppach bei 504 m, in Deckersberg auf 488 m. Auf der Nordseite des Kruppachtales liegt Do am Reschenberg bei 504 m, am Reschenbergsattel bei 502 m, sinkt im Verlauf weiterer hundert Meter auf 488 m und behält diese Höhe bis Deckersberg.

Nur spärliche Festpunkte ließen sich im Kainsbachtal gewinnen. Bei Hinterhaslach zeigt Do mit 467 m ein weiteres Ostwärts-einfallen der Schichten. Bei Hartenberg liegt Do bei 475 m, ebenso bei Reicheneck, und westlich Kainsbach ergab sich 477 m. Am Westhang der Houbirg ist Do auf 470 m abgesunken.

Im Norden und Nordwesten gegen das Pegnitztal wurden die vorstehenden Werte durch die der Lias-Leithorizonte weiter vervollständigt. Zwar schiebt sich zwischen das südliche und nördliche Liasgebiet die 2—6 km breite Zone der Flugsandbedeckung. Immerhin sind die umgebenden Aufschlüsse genügend — auch die kleine Liasinsel nördlich Ungelstetten schlägt eine Brücke —, um zu erkennen, daß keine größeren Lagerungsstörungen diesen Teil des Albvorlandes durchsetzen. Am Fuße des Moritzberges liegen die Schichten tiefer als im Altdorfer Land. Westlich Heimendorf liegt Lu bei 403 m bis 400 m und sinkt sowohl entlang dem Moritzberg-Südhang als auch gegen Nordosten in Richtung auf Schönberg gleichmäßig auf 375 m. Unter dem Moritzberggipfel errechnet sich Lu entsprechend einer Höhenlage von Do = 563 m auf 390 m bis 395 m. Während sich demnach am West- und Südhang des Moritzberges ein Nordostfallen bemerkbar machen, fallen die Schichten bei Schönberg südöstlich, also dem Moritzberge zu. In Schönberg, wie auch südlich Ottensoos, liegt Lu bei 378 m bis 375 m, am Bockgraben bei Rüblanden bei 370 m und ebenso an der Straße Schönberg-Weigenhofen, um kurz vor Weigenhofen unter der Talsohle zu verschwinden. Ein gleiches Einfallen wie Lu zwischen Heimendorf und Schönberg zeigt auch Lo am Nordwestfuße des Moritzberges, dann aber wird auch bei Weigenhofen die Biegung der Streichlinien bemerkbar. Gleichzeitig läßt das Einfallen nach, und im Bereiche des Grünberges und zwischen Rüblanden und Gersberg lagert Lo fast söhlig: Im

Reuthergraben 403 m, am Misselmannsberg 403 m, südlich Rüblanden 400 m, bei Gersberg 403 m. Dieser Höhe entspricht Lu bei Sendelbach mit 360 m. Bei Peuerling setzt wiederum ein stärkeres Einfallen ein, das sich gegen Engelthal verstärkt. Am Steingraben liegt Lo bei 395 m, westlich Engelthal bei 390 m bis 380 m und sinkt bis auf 375 m. Am Fuße des Reschenberges geben Lu wie Lo weitere Anhaltspunkte für den Verlauf der Streichlinien: südöstlich Henfenfeld 350/390 m, am Nordhang des Klosterberges Lu 340 m in Höhe der Eisenbahn. Im Fichtach östlich Weiher liegt Lo bei 370 m. Damit ist Lias-Epsilon zum letzten Male im Pegnitztale aufgeschlossen.

So läßt sich mein gesamtes Gebiet tektonisch infolge der verhältnismäßig geringen Dislozierung seiner Schollen durch Streichlinien darstellen, während es mit geologischen Mitteln allein kaum möglich ist, die vorwiegend in Tälern verlaufenden und daher von jungen Talfüllungen verdeckten Störungslinien selbst festzulegen. Ihr Verlauf ist auf meiner Streichlinienkarte angedeutet. Im ganzen wechseln Störungszonen, die sich durch stärkeres Einfallen bemerkbar machen, mit fast söhlig lagernden Schollen; stufenartig sinken die Schollen ostwärts ein.

Ein Streifen verhältnismäßig starker Lagerungsstörung liegt zwischen Altdorf und dem Albrand, aber selbst dieser kann keine bedeutende Sprunghöhe besitzen, denn die Streichlinien laufen nach Süden und ähnlich in nördlicher Richtung wieder auseinander. An dieser Dislokation erscheint die Liasplatte von Altdorf gegenüber dem Albrande horstartig gehoben und von zusammenlaufenden kleineren Störungen umfaßt. Die eine von ihnen streicht nach Nordwesten zwischen Röthenbach und Unterwillitsleithen durch und macht sich in dem Einfallen der Liasschichten zwischen Lindenlohe und Hüll erkennbar. In der Verlängerung dieser Richtung liegt die Rätoliaskuppe von Brunn. Errechnet man, was ziemlich genau möglich ist, für diese Stelle die Lage von Lo, so ist sie um 30 m höher als Lu am Moritzberg. Bei einem Einfallen von 30 m und einer Entfernung von 4,5 km ist zwischen diesen Punkten keine Störung mehr zu bemerken, zumal andere Aufschlüsse fehlen. Eine zweite Störung streicht nordwärts zwischen Hegnenberg und Pühlheim von Süden kommend in die Malmplatte ein, zeigt sich erneut

am Rande der Juratafel nördlich Klingenhof am Buchenberg und ist in dem verstärkten Einfallen von Lo westlich von Engelthal zu erkennen. Auch hier ist der Ostflügel abgesenkt. Nicht so deutlich verfolgbar war die Störung am Nordfuß des Moritzberges. Deutlich ist sie nur bei Schönberg-Weigenhofen und zeigt eine Absenkung der Moritzbergscholle gegenüber dem Liasland von Ottensoos-Schönberg. Wahrscheinlich verläuft sie nordwest-südöstlich und verliert schnell an Sprunghöhe. Eine weitere Störung läuft durch die Juraplatte zwischen dem Talkessel von Kucha und Raschbach-Oberrieden, wo der südliche Flügel abgesenkt ist. Einer genaueren Beobachtung ist sie entzogen, doch weisen die gehäuften Streichlinien auf ihren nordwestlichen Verlauf.

Schon erwähnt wurde die Störung von Breitenbrunn, die mit verminderter Sprunghöhe in Erlental bei Kruppach einstreicht und nordwestlich am Reschenbergsattel, am Wege Leutenbach-Kruppach, feststellbar ist. An ihr ist der Ostflügel abgesunken.

Endlich weist der Höhenunterschied zwischen Do am Reicheneck und der Houbirg auf eine aus dem Förrenbachtal ins Pegnitztal einstreichende Störung, an der ebenfalls der Ostflügel abgesunken ist.

Klüfte.

Zur Vervollständigung meiner Arbeit habe ich auch die Klufttektonik berücksichtigt. In Hinsicht auf die umfassende Sonderarbeit B. Wellhöfers über die Klüfte der nördlichen Frankenalb (**134**) habe ich im folgenden lediglich die Beobachtungstatsachen aus meinem Arbeitsgebiet angeführt. Die Arbeitsmethode lehnte sich eng an die Wellhöfers an. Die Probleme unserer Klufttektonik sind an Hand seines vielfach größeren Materials von ihm erörtert und auf die Schwierigkeiten ihrer Lösung hingewiesen worden. Gemessen wurden etwa 800 Klüfte in ungefähr 30 Aufschlüssen, welche über das gesamte Gebiet verhältnismäßig gleichmäßig verteilt waren. Die besten Aufschlüsse zeigte der Malm. Überall verstreut am Albrand finden sich kleine Steinbrüche, welche guten Einblick gestatten und besonders dort günstige Beobachtungen erlauben, wo die Schichten der Steinbruchsohle ein Netzwerk von Klüften erkennen lassen.

das die einzelnen Kluftrichtungen qualitativ zu bewerten erlaubt. Gut sind auch die Aufschlüsse des Dogger-Beta in der Kalksandsteinzone, während die unmittelbar darunter liegenden wirr kreuzgeschichteten, plump verwitternden Sandsteine insofern weniger geeignet sind, als ihre starke Verwitterung den Wert der aufgeschlossenen Klüfte nicht unerheblich mindert. Entsprechend den dürftigen Aufschlüssen in den Posidonienschichten wurde nur in dem großen Epsilonaufschluß bei Rasch am Ludwigs-Kanal gemessen. Die meisten Kluftmessungen im Lias-Gebiet entstammen dem Rätolias- und Arietensandstein. Es liegt in der Natur dieser Aufschlüsse, daß die hier gewonnenen Ergebnisse eine qualitative Bedeutung in Bezug auf die einzelnen Kluftrichtungen nicht besitzen. Eine beschränke Ausnahme machen die Lias-Gamma-Kalksteine dort, wo ein Bach seinen Weg über sie nimmt; so unmittelbar oberhalb des Hüttenbachfalles, des Röthenbachfalles in die Rumpelbachklamm und oberhalb des Wasserfalles an der Teufelskirche bei Grünsberg. Hier sieht man bei klarem Wasser deutlich das Netzwerk durchziehender Klüfte.

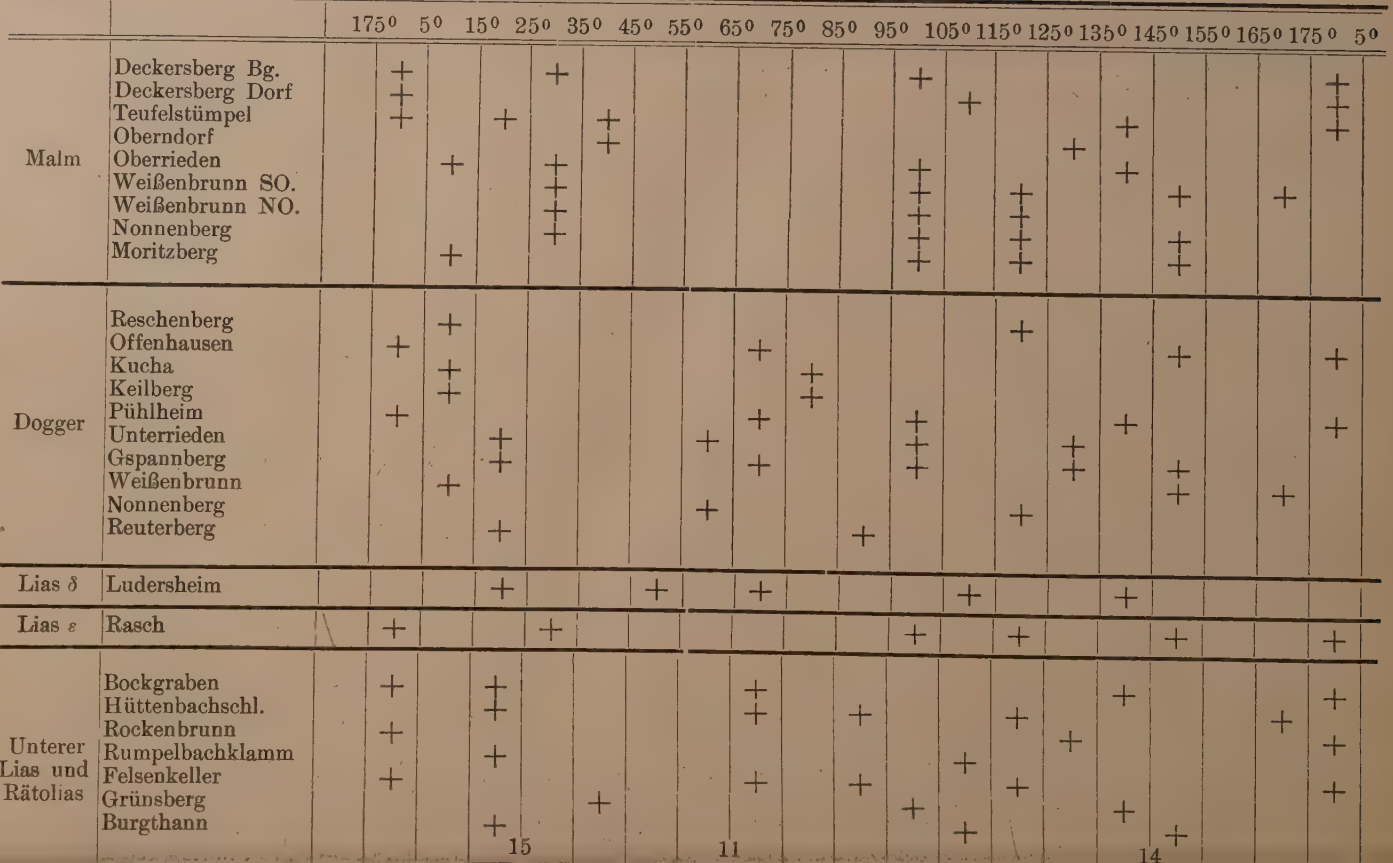
Sämtliche Messungen ergaben bei vergleichender Zusammenstellung, daß grundlegende Unterschiede nirgends bemerkbar sind. Abgesehen von später noch zu besprechenden Abweichungen sind überall die gleichen Hauptrichtungen vertreten. Den besten Überblick gewährt eine vergleichende Zusammenstellung der erhaltenen Maxima in den einzelnen Aufschlüssen. Sie liegen:

I	zwischen	175°	und	5°				
II	„	25°	„	35°	bezw.	15°	und	25°
III	„	55°	„	65°	„	65°	„	75°
IV	„	95°	„	105°				
V	„	115°	„	125°				
VI	„	135°	„	145°	„	145°	„	155°

Die Gradzählung erfolgt durchlaufend von 0°—180° im Sinne des Uhrzeigers.

Nach Zahl und Lage der Maxima stimmt dieses Ergebnis mit den Beobachtungen Wellhöfers überein, aber die Bezeichnungen rheinisch bezw. herzynisch sind nicht mehr eindeutig genug. Es bleibt Auffassungssache, wie man im einzelnen die Kluftrichtungen bezeichnen will, und eine Abgrenzung, die all-

Übersicht über die Lage der Kluftmaxima.



gemein und sinngemäß sein soll, ist nicht möglich. Deshalb sind im folgenden die Maxima nach Maßgabe der vorstehenden Reihenfolge bezeichnet. Am häufigsten ist II, nämlich in 15 der angeführten Aufschlüsse, dann folgen mit 14 das Maximum VI, mit 11 Fällen die Maxima III und IV, mit 9 Fällen die Maxima I und V. In den Zwischenräumen liegen ausgesprochene Minima bis auf das Intervall von 5°—15°. Vorwiegend durch Dogger-Beta-Aufschlüsse beeinflußt, liegen hier die Kluft-Maxima in sechs Fällen. Zur Frage, ob die Kluftrichtungen in verschiedenen stratigraphischen Horizonten voneinander abweichen, sei auf folgendes hingewiesen.

In den Liasaufschlüssen ist eine Verschiedenheit in Bezug auf das Maximum II bemerkbar. Im Rätolias und Arieten-Sandstein liegt es zwischen 15° und 25°. Diese Zahl deckt sich mit anderen Rätolias- und Arietensandsteinaufschlüssen, insbesondere denen bei Burgthann. Im Untergamma erscheint dieses Maximum um 10° in das Intervall 25°—35° gedreht; in einem Fall, nämlich der Rumpelbachklamm, blieb allerdings nebenbei noch die 15°—25°-Richtung stark beansprucht. Vergleicht man mit dieser lokalen Beobachtung die Werte vorstehender Tabelle, so zeigt sich, daß z. B. die 25°—35°-Richtung erst wieder den Malmkalksteinen eigentümlich ist, niemals aber im Dogger-Sandstein gemessen wurde. Die Klufttabelle der Lias-Epsilon-Kalke am Ludwigskanal zeigt ebenfalls das Maximum von 25°—35°, während die nicht weit entfernten Aufschlüsse im Rätolias des Schwarzachtales, im Dogger-Beta am Gspannberg diese Richtung vermissen lassen und das Maximum 15°—25° aufweisen. Auch bei Wellhöfer (**134**) scheinen sich in dieser Hinsicht ähnliche Erscheinungen bemerkbar zu machen. Zwar ist nach seinen Listen für Rätolias- und Doggersandstein die Richtung 15°—25° wenig beansprucht, im Rätoliassandstein liegt ein ausgesprochenes Maximum bei 175°—5°, im Doggersandstein bei 15°—25°. In beiden Tabellen liegt zwischen 25° und 35° ein Minimum. In der Tabelle für die Normalfazies des Malms liegt ein unverkennbares Maximum in diesem Intervall. Ob das Maximum III ähnlichen Veränderungen unterworfen ist, läßt sich nicht mit Sicherheit sagen, denn so häufig es zwischen 65° und 75° im Unterlias, Rätolias und Dogger-Beta auftritt, so vollkommen fehlt es im Malm; auch zwischen 55°—65° ist nur

selten ein Maximum im Malm vorhanden. Ähnliche Erscheinungen kann man wiederum aus Wellhöfer's Tabellen ableiten. Zwischen 55° und 75° tritt im Rätolias bei Wellhöfer ein häufiges Maximum zwischen 55° und 65° auf, im Doggersandstein zwischen 65° und 75°. Im Malm ist diese Richtung spärlicher ausgeprägt. Schwankungen in der Ausbildung der Maxima IV und V scheinen nach meinen Beobachtungen wie nach Wellhöfers Angaben lokal bedingt zu sein. In Wellhöfers Klufttabellen fällt zudem noch auf, wie stark das Maximum VI besonders zwischen 135° bis 145° im Rätolias und im Dogger-Beta auftritt, wie selten aber im Malm. Eigenartig ist die Maximaverteilung im Lias-Delta-Ton von Ludersheim, wo einzig im Arbeitsgebiet bei 45°—55° ein Maximum auftritt. Wellhöfer erwähnt es durchaus nicht selten in allen gemessenen Schichten. Lassen sich auch wesentliche Rückschlüsse auf den Einfluß des Gesteines für die Ausbildung der Kluftrichtung aus diesen Beobachtungen nicht ziehen, so scheinen doch, was Wellhöfer ebenfalls betont, Gesteinsunterschiede eine Rolle zu spielen.

Morphologische Beobachtungen.

Im größeren Rahmen betrachtet ist mein Gebiet ein Ausschnitt des süddeutschen Schichtstufenlandes; damit ist es bereits charakterisiert als eine Landschaft, deren Aufriß wesentlich bestimmt ist durch die verschiedene Widerstandsfähigkeit seiner Hauptgesteinshorizonte. Mögen die einzelnen Schichten petrographisch zum Teil noch so verschieden sein, morphogenetisch schließen sie sich gewöhnlich zu mächtigeren Einheiten zusammen. Eine solche bilden in meinem Gebiet, wo der sonst vielfach mächtige Lias-Beta sehr zurücktritt, Rätolias, Arietensandstein, Lias-Beta und das feste Untergamma. Durch die geringe Größe ihres Abtragungskoeffizienten unterscheiden sie sich von dem Liegenden wie von dem Hangenden. Eine zweite Einheit bilden die Mergel von Lias-Gamma$_2$ und die Schiefertone von Delta, eine weitere die Mergel und Tone von Lias-Oberepsilon, Lias-Zeta und Dogger-Alpha, unterlagert durch die widerstandsfähigen Kalksteinplatten von Unterepsilon. Allerdings bedingt ihre besonders geringe Mächtigkeit auch eine entsprechend beschränkte morphologische Bedeutung. Eine

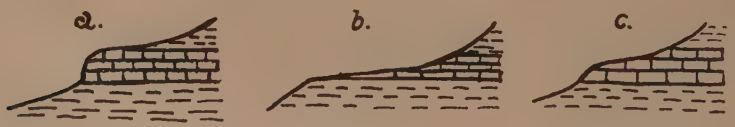
Einheit für sich ist ferner der Doggersandstein (Beta). Zwar fehlen ihm morphogenetisch wirksame feste Kalksandstein- und Quarzitbänke, die ihn in anderen Gebieten auszeichnen, dafür sind ihm aber Tonbänke eingeschaltet, die örtliche Sonderformen bedingen. Nirgends wird dagegen durch sie die morphologische Einheit des Doggers-Beta gestört. Eine weitere Einheit bildet die petrographisch so vielseitige, vorwiegend mergelig-tonige Schichtenfolge des Dogger-Gamma bis Zeta. Darüber schließt sich der mergelig-kalkige Weißjura-Alpha und der reinkalkige Malm-Beta zu einer Formeinheit zusammen.

Verschieden sind die landschaftlichen Formen, welche die gleichen Abtragungskräfte in verschiedener Gesteinsfolge erzeugen. Dasselbe aber gilt auch von einer und derselben Gesteinsfolge bei verschiedenem Charakter der Abtragung, wie das Christa (**17**, 52; **18**, 430) vom Schwanberg beschrieben hat. Je nachdem die Abtragung bergwärts oder talwärts voranschreitet, d. h. ob Erosion und mittelbare Abtragung oder Abtragung im engeren Sinne = unmittelbare Abtragung vorherrscht, entstehen zwei verschiedene Formen (a. u. b. vgl. Christa **17**, 52; **18**, 430).

Da nun mittelbare und unmittelbare Abtragung stets gleichzeitig wirksam sind, so werden im Landschaftsbild beide Formen vereint (c) anzutreffen sein. Die so gebildete Form entspricht gleichsam einer Gleichgewichtslage beider Vorgänge. Die Hangform der unmittelbaren Abtragung zeigt sich nach Christa vorwiegend auf Bergvorsprüngen, die der mittelbaren Abtragung bezw. der Erosion in den Hangmulden bezw. Erosionsrinnen. In meinem Gebiet findet man aber fast nirgends Hangformen, die ein Überwiegen der unmittelbaren Abtragung erkennen lassen. Stets zeigen die Gehängevorsprünge eine gewisse Annäherung an das Profil b, insofern als in den festen Gesteinen der Steilhang wesentlich gemildert erscheint. Ziemlich verschieden ist dieses morphologische Profil im Vergleich mit jenem, das Gradmann (**46**) für die Schichtstufenlandschaft entwickelt hat. Unter der Einwirkung der unmittelbaren Denudation erscheinen dort die widerstandsfähigen Gesteine als Stufenflächen, zwischen denen mit kräftigem Anstieg die weichen Schichten vermitteln. Es ist grundsätzlich dasselbe durch gleiche Faktoren bewirkte Ergebnis wie das vorstehende Hangprofil.

Unsere Landschaft dagegen ist der Typus des durch mittelbare Abtragung geformten Schichtstufenlandes, wesentlich verschieden von dem durch unmittelbare Abtragung entstandenen. Gradmann (**46**) erwähnt ein entsprechendes Profil als Talhangprofil. Überall vom Rätolias bis zum Malm treffen wir den sekundären Steilhang in festen Schichten.

Mit dem Steilhang im Malm und mit der Beta-Kante endet diese Stufenlandschaft. Mag man auch, im großen betrachtet, in der Albhochfläche die oberste Stufenfläche sehen, mag man anderswo nicht nur theoretisch, sondern tatsächlich auf der Alb eine Fortsetzung der Stufenlandschaft erkennen (**109**), in unserem Gebiete kann davon keine Rede sein. Hier fehlt die wesentliche Voraussetzung für das Stufenland, nämlich eine regel-



mäßige Schichtenfolge mit dem notwendigen Wechsel harter und weicher Gesteine. Fast regellos erscheint die morphologische Gliederung der Albhochfläche als ein getreues Spiegelbild der heteropischen wie der heterotopischen Faziesverhältnisse. Wo geschichtete Fazies herrscht, kann allerdings Malm-Beta noch eine ziemlich breite Stufenfläche bilden, der mit kaum merklich abgesetzter Grenze hie und da Abtragungsreste von Gamma aufgesetzt sind. In diesem Falle zeigt das Landschaftsbild flach- bis starkwellige Formen, denen steilwandigere Kuppen aufgesetzt sind, wo sie Schwammkalke des Malms-Delta tragen. Sind dagegen auch Malm-Gamma und unterer Malm durch Schwammkalke vertreten, so bildet sich schon in tieferer Höhenlage die für Delta erwähnte Kuppenform. Dann kann jede wagrechte Gliederung fehlen. Steile Köpfe neigen zur Bildung nackter Felsen. Wieder anders prägt der Dolomit die Oberfläche; in einzelnen Kuppen bietet er das Bild vom Typus der massigen Fazies, wo er aber im Zuzammenhang vorkommt, zeitigt er großwellige und trotz beträchtlicher Höhenunterschiede doch ruhige Umrisse. Daraus aber ragen auf den Höhen wie in den Senken regellos zerstreut kleine Felskuppen,

selten höher als einige Meter, oft niedrig und durch Gebüsch zwischen Feldern sowohl verborgen als auch kenntlich gemacht.

Demgemäß kann man in regionaler Verteilung folgende Hochflächentypen unterscheiden. Flachwellig bis starkwellig ist die Klingenhof-Eismannsberger-Hochfläche; starkwellig bis großkuppig die Haslach-Großberg-Deckersberger-Hochfläche; großwellig dabei kleinkuppig die Hochfläche um Traunfeld und Dippersricht.

Diese Mannigfaltigkeit erklärt sich zum großen Teil durch die Karstnatur der Malmtafel; denn die Malm-Beta-Kante trennt nicht nur zwei Gebiete von verschiedenartiger Gesteinsausbildung, sondern auch grundverschiedener Abtragungsverhältnisse. Hier endet die letzte Wirkung der Erosion, erlischt die mittelbare Abtragung, und nur die Gesteinszersetzung vorwiegend in Form subkutaner Verwitterung ist auf der Albhochfläche tätig. Nur zwei Trockentäler, das vom Teufelsdümpfel gegen Dippersricht-Traunfeld und das von Oberrieden, greifen zwar noch zum Malm-Gamma hinauf, sind jedoch nur zur Zeit der Schneeschmelze von kleinen Bächen durchflossen, deren erosive Tätigkeit gleich Null ist. Dichte Grasnarbe bedeckt den Boden dieser temporären Rinnsale und wird nicht einmal von ihnen verletzt. Mit scharfer Grenze berühren sich am Albrande zwei wesensverschiedene Landschaften: Die ständig verjüngte des Stufenlandes und die tote des Karstes, lediglich verzahnt durch die Täler der großen Bäche, die autonom ihrem Gleichgewichtsprofil zustreben.

Soweit die Abtragungsvorgänge im großen wahrnehmbar sind, beschränken sie sich auf das unverkarstete Gebiet, die Albmauer und das Albvorland. Überall zeigen sich hier die sinnfälligen Äußerungen der mittelbaren Abtragung in Gestalt von Rutsch- und Sturzmassen, von Bodenfließen und Schlipfen. Kaum ein Hang ist frei von den Spuren solcher Massenbewegungen. Rutsch- und Sturzbewegungen sind häufig die Form, in welcher der Malm sich talabwärts bewegt. Die Sprödigkeit und starke Zerklüftung seiner Gesteine ist wesentlich bestimmend für den spontanen Ablauf der Massenbewegungen, häufig beeinflußt durch sehr alten an der Malmkante erfolgten Abbau, der übersteilte Hänge und zu labiler Lagerung neigende Abraummassen hinterlassen hat. Je ergiebiger die Quellen, desto

stärker ist die Unterschneidung, desto wirksamer die mittelbare Abtragung. Aber gerade an den stärksten Quellen wird dieser Vorgang vielfach durch die Tuffbildung gedämpft. Durch Auflagerung verbreitert diese die Dogger-Terrasse, wie sie auch ihren Böschungswinkel verringert. Dann können Malmrutsch- und -sturzmassen, deren Bahn sonst über diese und den Doggersandstein hinweg talabwärts geführt hätte, bereits in der Höhe des Ornatentones zum Stillstand kommen. Ihr Schuttkegel lehnt sich dann noch eng an die Abrißstelle an und lähmt so weitere Unterschneidung und Abtragung. Bei den Malmsturzmassen ist meistens der Schichtverband vollkommen zerstört, das Gestein stark zertrümmert und mit Doggertonen verknetet. Auch die Dogger-Sandsteine wurden zum Teil in Stürzen zu Tal gefördert. Eine solche Sturzmasse liegt am Nordhange des Reuterberges, zahlreiche Rätoliasstürze liegen am Hange des Schwarzachtales auf Knollenletten, besonders augenfällig zwischen Burgthann und Grünsberg. Zumeist aber ist die Massenbewegung der Sandsteine der Schlipf, weil das Gestein weniger spröde ist, und weil vor allem die Rutschbahn nicht wie beim gleitenden Malm unterhalb der Dogger-Beta-Oberkante plötzlich auf einen hohen Steilhang gerät. Rutsche lagern im Kainsbachtal, am Nordhang des Reuterberges und an den Hängen des Eismannsberger Tales. Jährlich neue Rutsche zeichnen die Umrandung des Schwarzachtales aus, besonders im Bereich grasbestandener Amaltheentone bei Prackenfels, Grünsberg und Westheim.

Zusammenfassung.

Der Rätolias besitzt eine durchschnittliche Mächtigkeit von 10—15 m und enthält lokal beschränkte Kalksandsteinbänke.

Lias-Alpha$_2$ fehlt entgegen älteren Angaben.

Von Lias-Beta ist nur Ober-Beta geringmächtig entwickelt; dieses keilt südlich in der Gegend von Ebenriedt-Möning aus und fehlt in der Freystadter Fazies bei Mittelricht.

Lias-Gamma zeigt das Einsetzen der dolomitischen Fazies (steinmergelartige dolomitische Bänke) und von Freystadt nordwärts zunehmende Mächtigkeit bezw. Abnahme grobklastischer Bestandteile.

Lias-Delta enthält im Cyprishorizont eine verhältnismäßig artenreiche Faunula.

Lias-Epsilon tritt in einer geringmächtigen Kalkfazies auf. Sie entstand auf einer submarinen Schwelle und ist auf das Untersuchungsgebiet beschränkt.

Dogger-Beta zeigt den Übergang der fossilreichen nordfränkischen zur fossilarmen Neumarkter Fazies. Seiner petrographischen Beschaffenheit nach ist er nicht aeolo-, sondern fluviomarin und in einem sehr wenig bewegten Flachmeer entstanden.

Aus Malm-Alpha$_3$ wird eine arten- und individuenreiche Fauna beschrieben.

Die diagenetisch erfolgte Dolomitisierung umfaßt vorwiegend die massige Fazies und reicht bis zur Malm-Alpha/Beta-Grenze herab.

Unter den Restgesteinen der Albhochfläche fanden sich vorwiegend solche mit einer ober-untertithonischen Fauna.

Für die Flußablagerungen im unteren Pegnitz- und Schwarzachtal ergibt sich eine Gliederung in zwei Vorterrassen, Nieder-, Hochterrasse und Deckenschotter. Die weit verbreiteten Flugsande sind, wie aus den Dünenformen abgeleitet wird, durch West- und Nordwestwinde angehäuft. Sie bestehen aus aufbereitetem Keupersand. Doggersand ist, selbst in den Höhensanden von Neumarkt, unwesentlich beteiligt.

Bei den Kalktuffen ist junge Erbstuffbildung weit verbreitet.

Lagerungsstörungen sind zahlreich, aber wenig bedeutend; sechs Kluftmaxima treten auf.

Morphologisch zerfällt das Gebiet in die tote Landschaft des Karstes und die stets verjüngte der Stufenlandschaft. Die Stufenlandschaft trägt die Merkmale mittelbarer Abtragung.

Die Korngrößen der Sande in %.

	> 2 mm	2—1 mm	1,00—0,75 mm	0,75—0,50 mm	0,50—0,25 mm	< 0,25 mm
1. Doggersandstein (Weißenbrunn)	0,0	0,0	0,0	6,0	23,0	61,0
2. Keuperdüne (östl. Feucht)	3,5	7,5	15,0	31,5	30,5	12,5
3. Keupersand (Krumme Linde)	3,5	4,5	19,0	32,0	31,5	9,5
Flugsande:						
4. Röthenbach a. d. P.	1,0	12,5	37,5	36,5	12,0	1,5
5. Lindenloher-Ursprung	1,0	4,5	29,5	49,5	15,0	0,5
6. Ursprung-Weißenbrunn	0,5	4,5	31,0	48,0	15,5	0,5
7. Burgthann	0,0	3,0	25,0	43,5	27,5	1,0
8. Kaarholz	0,0	1,0	2,5	44,5	51,5	0,5
Flußsande:						
9. Untere Vorterr. (Mittelbürg)	0,0	3,0	21,0	59,5	16,0	0,0
10. Niederterrasse (Bahnh. Schnaittach)	2,0	2,0	9,5	40,5	44,0	2,0
11. Schwarzach (Hagenhausen)	0,0	2,0	9,5	51,5	36,5	0,5
Neumarkt u Umgeb.						
12. Doggersandstein (Sulzbürg)	0,0	0,0	0,5	1,5	79,0	19,0
13. Flugsand (Neumarkt-Süd)	0,0	0,5	26,5	47,0	19,5	2,5
14. Flugsand auf Malm-Beta (nw. Deining)	0,0	3,0	21,0	38,0	30,0	8,0
15. Flugsand auf Malm-Beta (w. Deining)	0,0	6,0	23,0	27,5	27,5	16,5

Schriftennachweis.

1. Ammon, L. v.: Kleiner geologischer Führer durch einige Teile der fränkischen Alb. 1899.
2. Baader, A.: Über die lithologische Gliederung und die chemische Natur der Posidonienschiefer am Westrande des Jura in Mittel- und Oberfranken. Diss. Erlangen. 1922. Manuskript.
3. Baschin, O.: Dünenstudien. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Nr. 1. 1903.
4. Benecke, E. W.: Die Versteinerungen der Eisenerzformation von Deutsch-Lothringen und Luxemburg. Abhandlungen zur Geologischen Spezialkarte von Elsaß-Lothringen. N. F. Heft 6. 1905.
5. Benz, A.: Über Dogger und Tektonik der Bopfinger Gegend. Jahresbericht und Mitteilungen des Oberrheinisch-Geologischen Vereins. N. F. 7. 1924.
6. Bettinghaus: Geognostische Beschreibung des Rathsberger Höhenzuges. Diss. Erlangen. 1896.
7. Beurlen, K.: Stratigraphische Untersuchungen im Weißen Jura Schwabens. Ein Beitrag zur Kenntnis der epirogenen Bodenbewegungen und der palaeogeographischen Entwicklung des Weißen Jura. Neues Jahrbuch für Mineralogie usw. 54. Beilageband, Abt. B. 1927.
8. Blankenhorn, M.: Das Diluvium der Umgebung von Erlangen. Sitzungsber. der Physikalisch-medizinischen Sozietät Erlangen. 1885.
9. Boehm, G.: Die Bivalven der Stramberger Schichten. Palaeontologisch-Geologische Mitteilungen aus dem Museum des Kgl. Bayer. Staates. II. Bd. Kassel 1893.
10. Brauns, D.: Der untere Jura im nordwestlichen Deutschland. Braunschweig. 1871.
11. Brauns, D.: Der obere Jura im nordwestlichen Deutschland. Braunschweig. 1874.
12. Brause, G.: Beiträge zur Kenntnis der Gesteine des Fränkischen Jura. Sitzungsber. der Physikalisch-medizinischen Sozietät Erlangen. Bd. 42.
13. Buckman, S. S: Yorkshire Type Ammonites. London. 1913—1919.
14. Buckman, S. S.: Type Ammonites. London. 1919—1921 ff.
15. Burger: Über schwäbische Kalktuffe insbesondere des Echatztales. Diss. Tübingen. 1911.
16. Buvignier, A.: Statistique Géologique, Minéralogique, Metallurgique et Paléontologique du Département de la Meuse. Paris.
17. Christa, E.: Der Schwanberg im Steigerwald. München. 1925.
18. Christa, E.: Zum Problem der Stufenlandschaft. Centralblatt für Mineralogie. 1924.
19. Clessin, S.: Deutsche Molluskenfauna. Nürnberg. 1876.
20. Cotteau, G.: Echinides régulières. Paléontologie Française. Paris. 1880—1885.

21. Deslongchamps, M.: Brachiopodes. Paléontologie Française. Terrain jurassique. Paris.
22. Diener, C.: Grundzüge der Biostratigraphie. Leipzig und Wien. 1925.
23. Dorn, C.: Beiträge zur Stratigraphie der Grenzschichten vom Braunen zum Weißen Jura am Westrande der „Fränkischen Schweiz" Sitzungsber. der Physikalisch-medizinischen Sozietät Erlangen. Bd. 48. 1916.
24. Dorn, C.: Über die geologischen Verhältnisse der Quellhorizonte in der Wiesentalb (Oberfranken). Sitzungsber. der Physikalisch-medizinischen Sozietät Erlangen. Bd. 50—51. 1918/19.
25. Dorn, P.: Beiträge zur Entwicklung des Opalinustones im nördlichen Frankenjura. Jahresbericht und Mitteilungen des Oberrhein.-Geolog. Vereins. N. F. Bd. 12. 1923.
26. Dorn, P.: Beiträge zur Geologie des Frankendolomit. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Bd. 78. Abh. II. 1926.
27. Dorn, P.: Der unterste Malm der Frankenalb und seine Perisphincten. Centralblatt für Mineralogie. Abt. B. Nr. 10. 1926.
28. Dumortier, E.: Etudes Paléontologiques sur les Dépots Jurassiques du Bassin du Rhone.
Lias inférieur 1867.
Lias moyen 1869.
Lias supérieur 1874.
29. Ehrat, H.: Die Räthformation und Rhät-Lias-Grenze in Schwaben. Diss. Tübingen. 1920.
30. Engel, Th.: Geognostischer Wegweiser durch Württemberg III. Aufl. Stuttgart. 1908.
31. Eulenstein, Th.: Über die Tuffbildung des Uracher Wasserfalles. Jahresh. des Vereins für Vaterl. Naturkunde in Württemberg. Bd. 22. 1866.
32. Fickenscher, K.: Geologische Verhältnisse und Entstehungsgeschichte der Landschaft um Nürnberg. Nürnberg. 1924.
33. Fickenscher, K.: Der Nürnberger Talkessel in seiner geologischen Vergangenheit. Nürnberg. Selbstverl. d. Verf
34. Fischer, E.: Geologische Untersuchungen des Lochengebietes bei Balingen. Geologische und palaeontologische Abhandlungen. N. F. Bd. 11. Heft 1. 1902.
35. Fontannes, F.: Description des Ammonites des Calcaires du Chateau de Crussol. Lyon, Paris. 1879.
36. Frank, M.: Beiträge zur Kenntnis des Lias-Beta in Nordbayern. Centralblatt für Mineralogie. 1926 B.
37. Gams, H.: Kalktuff-Studien aus dem zentralen Norwegen. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. Heft 10. 1922.
38. Gemmellaro, G. G.: Study Paleontologici sulla Fauna del Calcare a Terebratula Janitor del Nord di Sicilia. Palermo. 1868/76.
39. Geyer, D.: Zur Molluskenfauna der Kalktuffe. Jahreshefte des Vereins für Vaterl. Naturkunde in Württemberg. Bd. 60. 1910.

40. Geyer, D.: Die Molluskenfauna der diluvialen und postdiluvialen Kalktuffe des Dießener Tales, eine biologisch-geologische Studie. Mitteilungen der geologischen Landesanstalt Nr. 9. Beil. zu Jahresh. des Vereins für Vaterl. Naturkunde in Württemberg. Bd. 68. 1912.
41. Geyer, D.: Die schalentragenden Mollusken im Fränkischen Jura.
42. Geyer, D.: Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. 3. Aufl. Stuttgart. 1927.
43. Goldfuß, A.: Petrefacta Germaniae. Teil I—III.
44. Gothan: Unterliasische („rhätische") Flora der Umgebung von Nürnberg. Abh. der Naturhist. Ges. Nürnberg. XIX. 1914.
45. Gradmann, R.: Zur Morphologie der Schwäbisch-Fränkischen Stufenlandschaft. Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde. Bd. 18, Heft 4. Stuttgart. 1909.
46. Gradmann, R.: Das Schichtstufenland. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde. Berlin. 1919.
47. Gradmann, R.: Die postglazialen Klimaschwankungen Mittel-Europas. Hettners Geographische Zeitschrift. 1924.
48. Gümbel, C. W. v.: Über das Knochenbett und die Pflanzenschichten in der rhätischen Stufe Frankens. Sitzungsber. der Bayer. Akademie der Wissenschaften. Bd. I. 1864.
49. Gümbel, C. W. v.: Kurze Erläuterungen zum Blatt Neumarkt der geognostischen Karte des Königreichs Bayern. Kassel. 1888.
50. Gümbel, C. W. v.: Erläuterungen zum Blatt Bamberg der geognostischen Karte des Königreiches Bayern. 1887.
51. Gümbel, C. W. v.: Geognostische Beschreibung der Fränkischen Alb (Frankenjura mit dem anschließenden Keupergebiet). Kassel. 1891.
52. Haas, P.: Monographie der Ölschiefer des Deutschen Lias-Epsilon. Diss. Heidelberg. Halle. 1922.
53. Hagen: Über Ammoniten. Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft, Bd. 7. 1881.
54. Handlirsch, A.: Über Insekten aus der Trias Frankens. Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg, Bd. 18. 1912.
55. Hauff, B.: Untersuchungen der Fossilstätten von Holzmaden im Posidonienschiefer des oberen Lias Württembergs. Palaeontographica, Bd. 64. 1921.
56. Hennig, E.: Geologie von Württemberg nebst Hohenzollern. Handbuch der Geologie und Bodenschätze Deutschlands. Erste Lieferung. Berlin. 1923.
57. Herr, K.: Der Nürnberger Talkessel und seine Entstehung. Mitteilung der Geographischen Gesellschaft in München. Bd. 9, Heft 3. 1914.
58. Herr, K.: Das Pegnitztal und seine Entstehung. Beilage zum Jahresbericht der Kreisrealschule Nürnberg. 1919/20.
59. Hess, H.: Niederschlag, Abfluß, Verdunstung und Abtrag im Pegnitzgebiet. Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg, Bd. 22, Heft 4. 1927.

60. Högbom, I.: Ancient inland dunes of northern and middle Europe. Geographisca Annaler, Bd. 5. Stockholm. 1923.
61. Hornung, W.: Die Diluvial- und Alluvialablagerungen des Regnitztales nördlich Erlangen nebst einigen Betrachtungen der orographischen und hydrographischen Verhältnisse des Niederschlagsgebietes der Regnitz. Diss. Erlangen. 1899.
62. Hug, O.: Beiträge zur Kenntnis der Lias- und Dogger-Ammoniten aus der Zone der Freiburger Alpen. Abhandlungen der Schweizer palaeontologischen Gesellschaft, Bd. 25. 1898.
63. Janensch, W.: Die Jurensisschichten des Elsaß. Abhandlungen zur Geologischen Spezialkarte von Elsaß-Lothringen. N. F. Heft 5. 1902.
64. Ihering, H. v.: Zur Kenntnis der rezenten und der diluvialen Mollusken-Fauna der Fränkischen Schweiz. Malakozoologische Blätter. N. F. 3. Bd. 1881.
65. Issler, A.: Beiträge zur Stratigraphie und Mikrofauna des Lias in Schwaben. Palaeontographica, Bd. 15. 1908.
66. Kaul, H.: Geologisch-chemische Studien über die Thon- und Lehmvorkommen um Nürnberg. Diss. Erlangen. 1899.
67. Keilhack, K.: Einige Bemerkungen über die Korngröße der Dünensande. Chemikerzeitung, 29. Jahrg. 2. Sem. Nr. 53. 1905.
68. Keilhack, K.: Die großen Dünengebiete Norddeutschlands. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. 1917.
69. Klähn, H.: Die Petrogenese der Kalktuffe nebst einigen sich daraus ergebenden geologischen Problemen. Geologisches Archiv. 1924.
70. Klähn, H.: Die Bedeutung geochemischer Vorgänge für die Bildung vadosider Süßwasserkalke. Jahrbuch der Preußischen Geologischen Landesanstalt. 1925.
71. Koch, Fr. u. Dunker, W.: Beiträge zur Kenntnis des Norddeutschen Oolithgebildes und dessen Versteinerungen. Braunschweig. 1837.
72. Krebs, N. u. Lehmann, O.: Zur Talgeschichte der Rezat—Altmühl. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. 1914.
73. Krumbeck, L.: Emscher Sandstein auf dem Nördlichen Frankenjura bei Hartmannshof. Sitzungsber. der Phys.-medizin. Sozietät Erlangen. Bd. 54/55. 1922/23.
74. Krumbeck, L.: Zur Kenntnis der Tithonrelikten auf dem Frankenjura und im Regnitzbecken. Sitzungsber. der Phys.-medizin. Sozietät Erlangen, Bd. 54/55. 1922/23.
75. Krumbeck, L.: Stratigraphische und biologische Studie über den untersten Dogger (Schichten des Lytoceras torulosum Schübl.) bei Hetzles am Leyerberg bei Erlangen (Nordbayern). Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 77, Abhandl. I.
76. Krumbeck, L.: Über neue und bekannte Tertiärvorkommen in Mittelfranken. Zentralblatt für Mineralogie. 1926. B. 1926.
77. Krumbeck, L.: Bemerkungen über die Paulsfelder Flexur im Regnitzbecken nördlich Forchheim. Zentralblatt für Mineralogie B, Nr. 11. 1927.

78. Krumbeck, L.: Über weitere neue Obermiozänvorkommen in Nordbayern. Zentralblatt für Mineralogie B, Nr. 12. 1927.
79. Krumbeck, L.: Zur Kenntnis der alten Schotter des nordbayerischen Deckgebirges. Geologische und Palaeontologische Abhandlungen. N. F. Bd. 15, Heft 3.
80. Lang, R.: Zur Stratigraphie des Keupers in Südwestdeutschland. Jahreshefte des Vereins für Vaterländische Naturkunde in Württemberg. 1919.
81. Lehmann, F. M.-P.: Wanderungen und Studien in Deutschlands größtem binnenländischen Dünengebiet. 10. Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft zu Greifswald. 1906.
82. Lissack, A.: Die geognostischen Verhältnisse der Umgebung von Kalchreuth und Eschenau bei Erlangen. Diss. Erlangen. 1894.
83. Löwengart, St.: Beiträge zur Tektonik, Morphologie und Talgeschichte des oberen Pegnitzgebietes unter Berücksichtigung des benachbarten Rednitz-Regnitztales. Diss. Tübingen. 1924. Manuskript. Vorbericht im Zentralblatt für Mineralogie. 1924.
84. Lorriol, M. P. de: Crinoides. Paléontologie française. Paris 1884/89.
85. Meneghini, J.: Monographie des Fossiles du Calcaire rouge ammonitique (Lias supérieur) de Lombardie et. de l'Apennin central. Paléontologie Lombarde 4e Série. Milan. 1867/1881.
86. Moberg, I. C.: Om Lias i Sydöstro Skone. Kongl. Svenska Vetenskaps-Academiens Handlingar. B. 22, Nr. 6. Stockholm. 1888.
87. Neumeister, P.: Die Alluvial- und Diluvialablagerungen des Regnitztales südlich Erlangen. Diss. Erlangen. 1904.
88. Nölp, G.: Die morphologische Bedeutung der Kalktuffbildung in der Fränkischen Alb. Diss. Erlangen. 1923. Manuskript.
89. Orbigny, A. d': Terrains Oolitiques ou Jurassiques. Paléontologie française. Paris. 1842 u. 1850.
90. Oppel, A.: Die Juraformation Englands, Frankreichs und des Nordwestlichen Deutschlands. 1856.
91. Pfaff: Beiträge zur Kenntnis des Fränk. Juras. Jahrbuch für Mineralogie. 1857.
92. Pfeiffer, W.: Ein Beitrag zur Kenntnis der Palaeo-Mikrofauna des Rathsberg-Marloffsteiner Plateaus. Erlanger Heimatbuch. 1925.
93. Picard, L.: Die Fränkische Alb von Weißenburg und Umgebung. Diss. Freiburg. 1923.
94. Piettel, M.: Gastéropodes. Paléontologie française, Terrain jurassique. Paris. 1891.
95. Pompecki, I. F.: Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. 1914.
96. Quenstedt, Fr. A.: Der Jura. Tübingen. 1858.
97. Quenstedt, Fr. A.: Petrefaktenkunde Deutschlands, Bd. 1—6.
98. Quenstedt, Fr. A.: Die Ammoniten des Schwäbischen Jura. Stuttgart. 1885.

99. Rau, K.: Die Brachiopoden des mittleren Lias Schwabens. Geologische und Palaeontologische Abhandlungen. N. F. Bd. 6.
100. Reck, H.: Die morphologische Entwicklung des Süddeutschen Schichtstufenlandes im Sinne der Davisschen Zyklustheorie. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 64. 1912.
101. Reinecke, C. M.: Maris protogaei Nautilos et Argonautas vulgeo cornua Ammonisian agro Coburgico et vicino. Coburg. 1818.
102. Reuter, L.: Geologie von Mittelfranken und dem südlich angrenzenden Jura- und Donaugebiet. München. 1926.
103. Reynés, P.: Monographie des Ammonites. Lias. Paris. 1867/79.
104. Roemer, Fr. A.: Die Versteinerungen des Norddeutschen Oolithgebirges. Hannover. 1836.
105. Rüger, L.: Versuch einer Palaeogeographie der süddeutschen Länder an der Trias-Jurawende. Verhandl. des Naturhistor.-Medizin. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 15, Heft 2. 1924.
106. Sandberger, F. v.: Über die pleistozänen Kalktuffe der Fränkischen Alb nebst Vergleichungen mit analogen Ablagerungen. Sitzungsber. der Mathematisch-Physikal. Klasse der Kgl. Bayer. Akademie der Wissenschaften, Bd. 1. 1893.
107. Scherzer, H.: Geologisch-Botanische Heimatkunde. Nürnberg. 1921.
108. Scherzer, H.: Erd- und pflanzengeschichtliche Wanderungen durchs Frankenland, I. Bd. Wunsiedel. 1920. II. Bd., I. Teil. Nürnberg. 1922.
109. Scheu, E.: Morphologie der Schwäbisch-Fränkischen Stufenlandschaft. Stuttgart. 1909.
110. Schick, Th.: Beiträge zur Kenntnis der Mikrofauna des schwäbischen Lias. Diss. Stuttgart. 1903.
111. Schmidt, K. G.: Geologie von Neumarkt (Oberpfalz). Berichte der Naturforschenden Gesellschaft, Bd. 26. Freiburg i. Br. 1926.
112. Schmidtill: E.: Zur Stratigraphie und Faunenkunde des Doggersandsteins im nördlichen Frankenjura. Palaeontographica, Bd. 67/68.
113. Schnittmann, F. X.: Beiträge zur Stratigraphie der Oberpfalz. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 74 A. 1922.
114. Schwarz, A.: Geologische und floristische Verhältnisse um Neumarkt. III. Teil in: Birckmüller, Führer durch Neumarkt und Umgebung. Verlag bei Boegel, Neumarkt.
115. Seefeldner, E.: Morphogenetische Studien aus dem Gebiet des Fränkischen Jura. Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde, Heft 3. 1914.
116. Seemann, R.: Die geologischen Verhältnisse längs der Amberg-Sulzbacher und Auerbach-Freihunger Störung. Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft Nürnberg, Bd. 22. 1925.
117. Semper, M.: Schichtung und Bankung. Geologische Rundschau, Bd. 7. 1916.
118. Shaler: Phenomena of beachand dune sands. Bulletin of the geolog. Society of America, Bd. 3. 1894.

119. Sherzer, W. H.: Criteria for the recognition of the various types of sand grains. Bulletin of the geolog. Society of America, Bd. 12. 1910.
120. Sokolow, N.: Die Dünen-Bildung, Entwicklung und innerer Bau. Übersetzung. Berlin. 1894.
121. Sommermeier: Neue Ooide. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. 1914.
122. Specht, A.: Das Pegnitzgebiet in Bezug auf seinen Wasserhaushalt. Abhandlungen des Kgl. Bayer. Hydrotechnischen Büros München. 1912.
123. Staesche, K.: Die Pektiniden des Schwäbischen Jura. Diss. Tübingen. 1925.
124. Stieler, K.: Ein Beitrag zum Kapitel „Klüfte". Centralblatt für Mineralogie. 1922.
125. Stromer, E.: Über Fossilfunde im Rhät- und unteren Lias bei Altdorf in Mittelfranken. Abhandlungen der Naturhistorischen Gesellschaft zu Nürnberg. 1912.
126. Suess, E.: Die Brachiopoden der Stramberger Schichten. Beiträge zur Palaeontographie von Österreich, Bd. I, Heft 1. 1858.
127. Terquem, O. et Piette, E.: De Lias inférieur de l'Est de la France. Memoires de la Société Géologique de France. 2e Série. Paris. 1868.
128. Thiem, A.: Das Wasserwerk der Stadt Nürnberg. Projekt im Auftrage der beiden Gemeindekollegien bearbeitet. Leipzig bei G. Knapp. 1879.
129. Thurmann, I. et Etallon, A.: Lethea Bruntrutana. 1859.
130. Wagner, G.: Die Fränkische Landschaft im Wechsel der Zeiten. Oehringen. 1923.
131. Wagner, G.: Aus der Geschichte der Altmühl. 1923.
132. Wagner, G.: Junge Schichtbewegungen im Landschaftsbild Süddeutschlands.
133. Wagner, G.: Morphologische Grundfragen im Süddeutschen Schichtstufenland. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Abhandlungen Bd. 79. 1927.
134. Wellhöfer, B.: Klufttektonische Untersuchungen in der nördlichen Frankenalb. Diss. Erlangen. 1927. Abh. d. Naturh. Ges. z. Nürnberg, XXIII. Bd. 1929. Vorbericht im Centralblatt für Mineralogie. 1928.
135. Werner, E.: Über die Belemniten des Schwäbischen Lias und die mit ihnen verwandten Formen des Braunen Juras. Palaeontographica, Bd. 59.
136. Wilckens, O.: Niederrheinische Flugsandbildungen. Sitzungsberichte der Naturwissenschaftlichen Abteilung der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde Bonn, herausgegeben vom Naturhistorischen Verein der Preuß. Rheinl. u. Westf. 1924.
137. Wilckens, O.: Die Oberrheinischen Flugsande. Geologische Rundschau, Sonderband 17 a. 1926.
138. Wolfer, O.: Die Bryozoen des Schwäbischen Jura. Palaeontographica, Bd. 60.

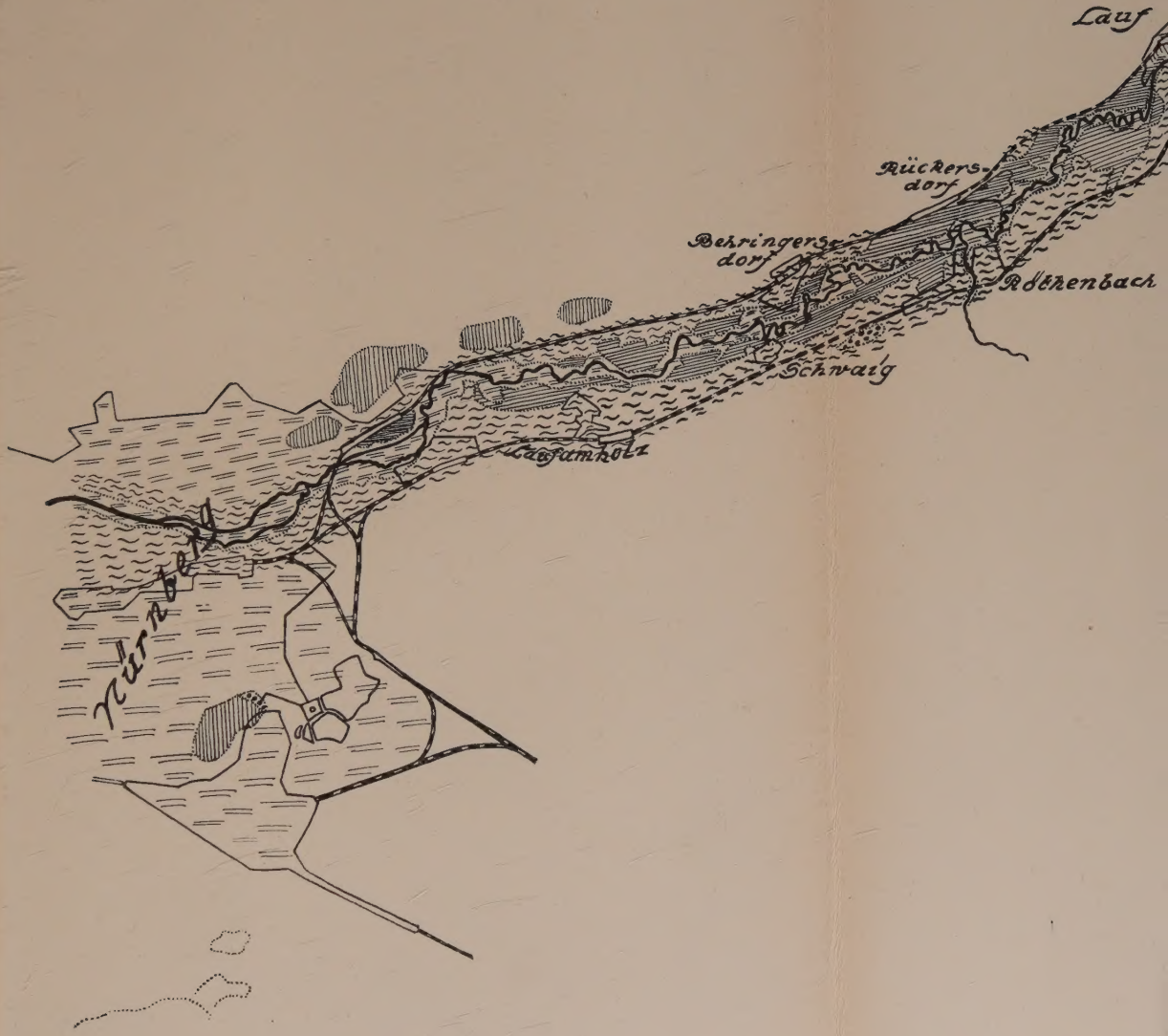
139. Wright, Th.: Monograph on the Lias Ammonites of the British Islands, Bd. 1—3. London.

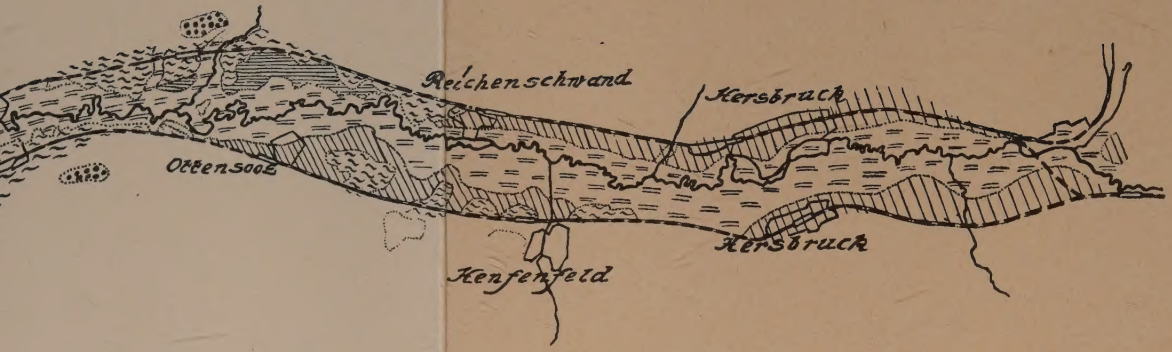
140. Zeuschner, L.: Palaeontologische Beiträge zur Kenntnis des Weißen Jurakalkes von Inwald bei Wadowice. Abhandlungen der Kgl. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften, 5. Folge, Bd. 10. Prag. 1859.

141. Zieten, C. H. v.: Die Versteinerungen Württembergs. Stuttgart. 1830—1833.

142. Zittel, K. A.: Die Gastropoden der Stramberger Schichten. Palaeontologische Mitteilungen aus dem Museum des Kgl. Bayer. Staates, Bd. 2. Kassel. 1883.

143. Zittel, K. A.: Die Fauna der älteren cephalopodenführenden Tithonbildungen. Palaeontologische Mitteilungen aus dem Museum des Kgl. Bayer. Staates, Bd. 2. Kassel. 1883.


Lauf
Rückers-
dorf
Behringers-
dorf
Röthenbach
Schwaig
Laufamholz
Nürnberg



Aufschüttungsterrassen an der unteren Pegnitz.

- Deckenschotter
- Hochterrasse
- Niederterrasse
- Teilterrassen
- Diluvium

Verwaschene Terrassen entsprechend gestrichelt.

Lebenslauf.

Ich, Friedrich, Maria, Bertold, Wilhelm Stahl, wurde geboren am 28. Dezember 1902 zu Backnang als Sohn des Kaiserlichen Bankvorstandes Johann, Daniel, Karl, Wilhelm Stahl und seiner Ehefrau Elise, geb. Käß, bin bayerischer Staatsangehöriger und evangelischer Konfession.

Ich besuchte die Oberrealschule in Stolp i. Pomm. von 1909 bis 1914 und das Königliche Prinz-Georg-Reform-Realgymnasium in Düsseldorf von 1914 bis 1921, woselbst ich vor Ostern 1921 meine Abiturientenprüfung ablegte.

Auf der Technischen Hochschule Berlin studierte ich vom Herbst 1921 bis Frühjahr 1926 Bergbaukunde und legte ebenda meine Diplomprüfung ab.

Auf der Universität Erlangen oblag ich vom Herbst 1926 bis Sommer 1928 dem Studium der Geologie.

Meine Lehrer in Erlangen waren die Herren Professoren Lenk, Krumbeck, Gradmann und Gudden.